ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1935.

PRÉSIDENCE DE M. PIERRE-AUGUSTIN DANGEARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Variations dans la formule leucocytaire provoquées par les injections intraveineuses de carbone.* Note de M. **Auguste Lumière** et Mlle **Suzanne Sonnery**.

Poursuivant nos recherches sur le mécanisme de l'efficacité des injections intraveineuses de particules de carbone dans les états infectieux, nous avons étudié les changements qui surviennent dans les rapports numériques des différentes formes de cellules blanches, au cours de l'hyperleucocytose provoquée par ce traitement.

Pour cela, nous avons utilisé les deux suspensions de carbone à 2 pour 100 dont les caractéristiques ont été mentionnées dans une Note antérieure [1], l'une à grains relativement gros, renfermant environ huit millions d'éléments par millimètre cube, et l'autre à grains fins, dont le nombre de particules atteint approximativement deux cent cinquante millions, sous le même volume.

Ces deux préparations ont été injectées dans la veine marginale de l'oreille du lapin, aux doses de $0^{cm^3},3$ et $0^{cm^3},5$ par kilogramme d'animal.

Des étalements de sang ont été effectués pour chaque expérience, immédiatement avant les injections intraveineuses, puis à des intervalles variant de 1 heure à 20 jours. Les numérations leucocytaires ont alors été effectuées sur ces différents prélèvements au nombre de 27 et les moyennes de ces dénombrements ont été les suivantes :

---

(1) Auguste Lumière et Mlle Suzanne Sonnery, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 999.

Formule leucocytaire.

	Lymphocytes.	Monocytes.	Polynucléaires.	Métamyélocytes.	Lymphoblastes.	Monoblastes.
Avant injection...	60	15	25	0	0	0
18 heures après...	18	14	63	5	0	0
2 jours après....	24	21	55	0	0	0
4 »	25	26	45	0	0	4
10 »	42	25	29	0	2	2
17 »	58	20	17	0	3	2
20 »	59	19	22	0	0	0

Formule d'Arneth.

	II.	III.	IV.	Totaux.
Avant injection............	32	56	12	280
18 heures après............	40	47	13	273
2 jours après.............	30	56	14	284
4 »	30	51	19	289
10 »	44	44	12	268
17 »	48	40	12	264
20 »	35	57	8	273

Ces numérations montrent que, sous l'influence de l'introduction des particules de carbone dans la circulation, le taux des polynucléaires est plus que doublé, alors que celui des monocytes subit un accroissement moins important.

Le taux relatif des lymphocytes est très diminué, mais leur nombre absolu par millimètre cube ne change pas sensiblement, ce qui signifie que l'hyperleucocytose ainsi provoquée porte principalement sur les polynucléaires et, à un moindre degré, sur les monocytes.

Le retour de la formule leucocytaire à la normale s'effectue vers le dixième jour après le traitement; cependant, à partir du quatrième jour, des lymphoblastes et des monoblastes apparaissent dans le sang et ces formes cellulaires primitives semblent persister jusque vers le dix-septième jour.

Ces formules sont analogues à celles que l'on enregistre dans les infections d'ordre coccale, c'est-à-dire de celles dans lesquelles l'organisme réagit efficacement contre les infections; elles expliquent donc, tout au moins du point de vue de la leucocytose et de la leucogénèse, le mécanisme de l'effet thérapeutique favorable des suspensions de carbone.

La formule d'Arneth ne paraît pas modifiée au cours des variations leucocytaires.

M. Henri Villat, en présentant l'ouvrage de MM. P. Couderc et A. Balliccioni, *Premier Livre du Tétraèdre*, s'exprime ainsi :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un ouvrage de MM. P. Couderc et A. Balliccioni, volume dont j'ai écrit la *Préface*. Un lecteur, s'intéressant tant soit peu à la Géométrie, n'abordera pas ce livre sans être séduit par la beauté du sujet, et par l'élégance des résultats obtenus. Sans utiliser de ressources extérieures aux programmes des lycées, MM. Couderc et Balliccioni ont réalisé un exposé qui développera chez les jeunes élèves le sens de la Géométrie pure, et qui par ailleurs sera un précieux auxiliaire pour les candidats à l'Agrégation.

M. Victor Grignard, par l'organe de M. Auguste Béhal, fait hommage à l'Académie du Tome I du *Traité de Chimie organique*, publié sous sa direction. Secrétaire général, Paul Baud.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° 40° *Anniversario della Cinematografia* (1895-1935). Roma, 22 marzo 1935. Anno XIII E. F.

2° *Leçons d'Algèbre et de Géométrie à l'usage des étudiants des Facultés des Sciences*, par René Garnier. D'après la rédaction de M. Badric Guèndjian.

3° Émile Gilbrin. *Recherches sur le Génie épidémique*.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Résolution d'équations abstraites par un procédé d'itération.* Note (¹) de M. Chr. Pauc, présentée par M. Émile Borel.

On rencontre souvent dans la théorie des ensembles, en particulier en topologie abstraite, des problèmes dont l'étude peut se ramener à la résolution d'équations de la forme $\varphi(X) = X$.

---

(1) Séance du 3 juin 1935.

Nous allons donner pour certaines de ces équations un procédé de résolution par itération.

THÉORÈME. — *Soit* φ *une opération faisant correspondre à tout ensemble* P *de* H, *un ensemble* $\varphi(P)$ *de* H *et telle que l'on ait constamment* $\varphi(P) \leqq P$ (1) *ou constamment* $\varphi(P) \geqq P$ (2); *formons à partir d'un ensemble* $M \leqq H$ *la suite transfinie itérée :* M, $\varphi(M)$, ..., $\varphi^{(\xi)}(M)$, ..., *ses termes deviennent nécessairement identiques à partir d'un rang* λ *dépendant de* M; *posons* $\psi(M) = \varphi^{(\lambda)}(M)$, *alors :*

Si M *désigne un sous-ensemble quelconque de* H, $\psi(M)$ *représente la solution la plus générale de l'équation* $\varphi(X) = X$.

Si φ *est une* transformation non décroissante, $\psi(M)$ *est la plus grande solution de l'équation* $\varphi(X) = X$ *contenue dans* M *si* φ *satisfait à* (1); *c'est la plus petite solution contenant* M *si* φ *satisfait à* (2).

APPLICATIONS TIRÉES DE LA TOPOLOGIE ABSTRAITE DE M. FRÉCHET :

Dans ce qui va suivre, nous considérerons un espace topologique (FRÉCHET, *Espaces abstraits*, p. 166), dont K désignera l'opération de dérivation, $\mathcal{F}$ l'opération de fermeture et H l'ensemble des points. P désignant un sous-ensemble de H, nous utiliserons la notation habituelle $\mathcal{F}(P) = \overline{P}$.

Ensembles fermés. Ensembles ouverts. — Un ensemble fermé est un ensemble qui contient son dérivé; l'équation de ces ensembles est donc $K(X) \leqq X$, équivalente à $\overline{X} = X$, équation du type $\varphi(X) = X$, où $\varphi = \mathcal{F}$ et satisfait, par suite, constamment à la relation $\varphi(P) \geqq P$.

THÉORÈME. — *Si* $\mathcal{F}(P) = \overline{P}$ *est la fermeture d'un ensemble* P, *la suite transfinie illimitée itérée* M, $\mathcal{F}(M)$, $\mathcal{F}^2(M)$, ..., $\mathcal{F}^{(\omega)}(M)$, ..., $\mathcal{F}^{(\xi)}(M)$, ... *aura tous ses éléments identiques à partir d'un certain rang* λ, *a un ensemble* $\mathcal{F}^{(\lambda)}(M)$ *qui sera l'ensemble fermé le plus général, quand* M *sera pris arbitrairement dans l'espace considéré.*

Cas particuliers. — Si l'espace vérifie la condition $\mathcal{F}^2 = \mathcal{F}$ (APPERT, *Thèse*, p. 12. Condition α), nous voyons que la fermeture d'un ensemble quelconque dans un tel espace constituera l'ensemble fermé le plus général.

Si l'espace est un espace $\mathcal{V}$, $\mathcal{F}$ est non décroissante, $\mathcal{F}^{(\lambda)}(M)$ est le plus petit ensemble fermé contenant M (FRÉCHET, *Espaces abstraits*, p. 226).

Un ensemble ouvert est un ensemble dont tous les points sont intérieurs; si I(P) désigne d'une façon générale l'intérieur d'un ensemble P, l'équation définissant les ensembles ouverts est $I(X) = X$. Équation du type $\varphi(X) = X$, où φ satisfait constamment à la relation $\varphi(P) \leqq P$.

THÉORÈME. — *Si* I(P) *est l'intérieur d'un ensemble* P, *la suite transfinie, illimitée, itérée* M, I(M), $I^{(2)}(M)$, ..., $I^{(\omega)}(M)$, ..., $I^{(\xi)}(M)$, ... *aura tous*

ses éléments identiques à partir d'un certain rang λ *à un ensemble* $I^{(\lambda)}(M)$ *qui sera l'ensemble ouvert le plus général quand* M *sera pris arbitrairement dans l'espace considéré.*

Cas particuliers. — Si l'espace vérifie la condition $\mathcal{F}^2 = \mathcal{F}$, alors $I^2 = I$; nous voyons que l'intérieur d'un ensemble quelconque représentera l'ensemble ouvert le plus général.

Dans le cas d'un espace $\mathcal{V}$, I est non décroissante, $I^{(\lambda)}(M)$ est le plus grand ensemble ouvert contenu dans M.

Ensembles denses en soi. — Un ensemble dense en soi est un ensemble contenu dans son dérivé; l'équation définissant les ensembles denses en soi est donc : $X \leqq K(X)$, équivalente à $X.K(X) = X$.

Théorème. — *Si* $K(P)$ *est le dérivé d'un ensemble* P, *et si l'on pose* $\Theta(P) = P.K(P)$, *la suite transfinie, illimitée itérée* : $M, \Theta(M), \Theta^{(2)}(M), \ldots, \Theta^{(\omega)}(M), \ldots, \Theta^{(\xi)}(M), \ldots$, *aura tous ses éléments identiques à partir d'un certain rang* λ, *à un ensemble* (*dit noyau de* M — *Cantor*), *qui sera l'ensemble dense en soi le plus général, quand* M *sera pris arbitrairement dans l'espace considéré.*

Dans le cas d'un espace $\mathcal{V}$, ce noyau est le plus grand ensemble dense en soi contenu dans M.

Ensembles parfaits. — Un ensemble parfait est un ensemble coïncidant avec son dérivé; il satisfait donc à l'équation $K(X) = X$. L'opération K ne satisfaisant à aucune relation de la forme $K(P) \geqq P$ ou $K(P) \leqq P$, constamment quel que soit P, nous ne voyons pas tout de suite le moyen d'appliquer la méthode d'itération. Remarquons alors qu'un ensemble parfait, est un ensemble fermé; nous savons obtenir ces derniers; soit Φ leur famille. Pour tout ensemble F de cette famille, K satisfait à la relation $K(F) \leqq F(a)$, ceci nous conduit à chercher à introduire des suites itérées; ce sera possible dans un *espace* $\mathcal{V}$, grâce aux deux propriétés; le dérivé d'un ensemble fermé est fermé. L'intersection des ensembles d'une famille d'ensembles fermés est un ensemble fermé.

Théorème. — *Dans un espace* $\mathcal{V}$, *le noyau d'un ensemble* F *représente l'ensemble parfait le plus général, quand* $\mathcal{F}$ *est un ensemble fermé arbitraire.*

Une résolution de l'équation $K(X) = X$ symétrique de celle que nous venons de donner consiste à chercher les ensembles parfaits dans la famille $\mathcal{D}$ des ensembles D, denses en soi déjà obtenus. Elle conduit au théorème :

Théorème. — *Dans un espace* $\mathcal{V}$ *le plus petit ensemble fermé contenant un ensemble dense en soi quelconque est l'ensemble parfait le plus général.*

Cas particulier. — Dans un espace $\mathcal{V}$, où $\mathcal{F}^2 = \mathcal{F}$, l'ensemble parfait le plus général n'est autre que la fermeture d'un ensemble dense en soi quelconque.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur la relation entre les propriétés tangentielles et métriques de certains sous-ensembles des courbes de Jordan.* Note de M. **Frédéric Roger**, présentée par M. Émile Borel.

Dans son Mémoire fondamental *sur les nombres dérivés des fonctions continues*, M. A. Denjoy a obtenu ce résultat tout à fait remarquable [1] qu'en négligeant sur la courbe représentative d'une fonction continue $y = f(x)$ des points dont la projection sur Ox forment un ensemble de mesure nulle, les deux contingents (au sens de M. G. Bouligand : ensemble des positions d'accumulation des demi-sécantes) présentent nécessairement l'une des trois dispositions simultanées suivantes :

1° ils valent chacun deux droits et sont biadjacents;

2° ils sont non nuls, adjacents et supplémentaires ;

3° ils sont nuls, portés par une même droite indéfinie (tangente) inclinée sur Oy.

Par un élargissement convenable des puissantes méthodes de M. A. Denjoy, combinées notamment à la notion de mesure p-dimensionnelle de M. C. Caratheodory, on s'aperçoit que ce résultat (susceptible même d'être un peu précisé) tient à la nature intime du contingent d'une courbe de Jordan, d'un espace euclidien à un nombre quelconque de dimensions :

Théorème. — *Sur une courbe de Jordan sans point multiple, dans un espace euclidien à n dimensions : 1° les points où il existe un hyperplan à $n-1$ dimensions laissant tout entière d'un même côté la partie commune à l'un des deux contingents et à l'opposé par le sommet de l'autre (faisceau strictement convexe au sens de M. R. Durand) forment un ensemble* dénombrablement rectifiable, *c'est-à-dire de longueur (mesure linéaire ou d'ordre un) finie, ou réunion d'une infinité dénombrable d'ensembles de longueur finie;*

2° *Si, de plus, il existe une droite (à une dimension) dont une moitié appartienne à l'un des contingents et l'autre moitié à l'autre contingent, et par laquelle on puisse mener un hyperplan à $n-1$ dimensions laissant la partie*

---

[1] A. Denjoy, *Journ. de Math. pures et appl.*, 7e série, 1, 1915, p. 194, note 1.

commune aux deux contingents tout entière d'un même côté, l'ensemble se réduit, à un ensemble de longueur nulle près, *à celui de ses points où il n'y a pas d'autre direction bilatérale*,

3° *Si, plus particulièrement enfin, les deux contingents sont complètement étrangers l'un à l'autre, l'ensemble coïncide, toujours* à un ensemble de longueur nulle près, *avec celui des points où il y a une tangente bilatérale unique.*

La première partie résulte du fait que l'ensemble considéré, supposé non dénombrablement rectifiable, est la *limite d'une suite non décroissante d'ensembles fermés*, ce qui permet d'en extraire un ensemble parfait dont aucune portion n'est dénombrablement rectifiable. L'emploi du Premier Théorème fondamental des nombres dérivés (*loc. cit.*, p. 149), qui se transpose immédiatement dans cette étude, permet alors d'en trouver une, si petite soit-elle, *complètement ordonnée*, c'est-à-dire sur laquelle, par rapport à des axes convenablement choisis, les coordonnées soient simultanément croissantes avec le paramètre de la courbe, ce qui amène la contradiction cherchée.

Les deux autres propositions sont conséquences de celle-ci :

Lemme. — *Sur une courbe de Jordan sans point multiple, dans un espace euclidien à n dimensions, est* de longueur nulle *l'ensemble des points où, simultanément :* (*a*) *la partie commune à l'un des contingents et à l'opposé par le sommet de l'autre est strictement convexe;* (*b*) *il existe un hyperplan à* $n-1$ *dimensions laissant la partie commune aux deux contingents tout entière d'un même côté* (*faisceau strictement convexe*) *et de l'autre une direction de chacun des deux contingents.*

Ce lemme résulte de ce que l'ensemble considéré, supposé de longueur non nulle, est la *limite complète d'une suite d'ensembles fermés* (au sens de M. E. Borel : ensemble des points appartenant à une infinité d'ensembles de la suite); comme $F_{\sigma\delta}$, il est mesurable au sens de M. C. Caratheodory; de plus, il contient un ensemble de longueur non nulle qui, augmenté de sa fermeture, est de longueur finie; en sorte qu'on peut en extraire un ensemble parfait dont aucune portion n'est de longueur nulle. L'une d'elle étant *complètement ordonnée*, un raisonnement dans l'esprit du Second Théorème fondamental des nombres dérivés (*loc. cit.*, p. 177), mais faisant intervenir simultanément *les mesures des projections* de l'ensemble parfait sur les *n* axes de coordonnées, conduit à la contradiction cherchée.

Quand l'un des contingents (pour un côté invariable ou non) est lui-même un faisceau strictement convexe, le (1°) se précise en ce sens que les

ensembles fermés dont il est question dans sa démonstration peuvent être choisis *de longueur finie.*

Dans ce même ordre d'idées, donnons ce théorème, susceptible d'application aux courbes de Jordan, mais de portée beaucoup plus générale :

THÉORÈME. — *Dans un espace euclidien à n dimensions, le sous-ensemble de tout ensemble, où le contingent relatif à ce dernier laisse échapper un demi-hyperplan à $n-p$ dimensions, peut être considéré comme l'ensemble limite d'une suite non décroissante d'ensembles fermés de mesure d'ordre p finie.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les polynomes de Tchebicheff.* Note [1] de M. **Jean Favard**, présentée par M. Gaston Julia.

M. N. Obrechkoff [2] démontre un résultat qui peut s'énoncer ainsi :

Considérons une suite de polynomes réels $\{\Phi_n(x)\}$, dont le degré est indiqué par l'indice ($n=0, 1, 2, \ldots; \Phi_0=1, \Phi_1=x-a_1$), et liés entre eux par une relation de la forme

$$\Phi_n(x)=(x-a_n)\Phi_{n-1}(x)-\lambda_n\Phi_{n-2}(x) \qquad (n\geqq 2) \tag{1}$$

avec

$$\lambda_n>0,$$

ce qui entraîne, en particulier, que toutes les racines de Φ_n sont réelles.

Soit d'autre part $f(x)$ un polynome réel, de degré $2n-1$ au plus, et tel que

$$f(x)=\alpha_1\Phi_1+\ldots+\alpha_{2n-1}\Phi_{2n-1},$$

alors $f(x)$ admet un zéro dans l'intervalle contenant les zéros extrêmes de Φ_n.

Cette proposition constitue une généralisation d'un résultat de M. L. Tchakaloff [3], relatif au cas où les Φ_n sont les polynomes de Tchebicheff d'une fonction croissante, mais cette généralisation n'est qu'apparente.

Il est en effet facile de montrer qu'étant donné une suite de polynomes $\{\Phi_n\}$, liés par une relation de récurrence de la forme (1), avec $\lambda_n>0$, on peut trouver une fonction croissante Ψ, de la variable réelle x

(1) Séance du 12 juin 1935.

(2) *Mathematica*, **10**, 1935, p. 132-136.

(3) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 330.

($-\infty < x < +\infty$), dont les polynomes de Tchebicheff sont, à un facteur près, ceux de la suite $\{\Phi_n\}$.

Voici une brève démonstration de ce fait :

En supposant l'existence de Ψ, nous pouvons admettre de plus que

$$\int_{-\infty}^{+\infty} d\Psi = c_0 = 1,$$

car Ψ ne peut, évidemment, être déterminée, qu'à un facteur constant près.

En procédant ensuite de proche en proche, à partir des relations

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x^{n-2}\Phi_n(x)\,d\Psi = 0 \quad (n \geq 2) \qquad \text{et} \qquad \int_{-\infty}^{+\infty} x^{n-1}\Phi_n(x)\,d\Psi = 0 \quad (n \geq 1),$$

on peut calculer les moments

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x^n\,d\Psi = c_n \qquad (n \geq 1).$$

D'après M. Hamburger [1], il suffit alors, pour établir notre résultat, de montrer que les déterminants

$$\Delta_n = |c_{i+j}| \qquad (i, j = 0, \ldots, n-1) \; (\Delta_0 = 1, n = 0, 1, \ldots)$$

sont tous positifs.

Or on trouve

$$\lambda_n = \frac{\Delta_{n-2}\Delta_n}{\Delta_{n-1}^2},$$

de là

$$\Delta_n = \lambda_2^{n-1}\lambda_3^{n-2}\ldots\lambda_{n-1}^2\lambda_n \qquad (>0),$$

Δ_n est donc positif et l'existence d'une fonction Ψ est assurée.

Enfin, lorsque la suite $\{\Phi_n\}$ s'arrête à un certain indice, il est possible de trouver une fonction Ψ qui n'a qu'un nombre fini de points de croissance.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Groupes fonctionnels et leurs applications.* Note de M. D. Michnevitch, présentée par M. Henri Villat.

Il s'agit de généraliser les résultats d'une Note précédente [2]. Considérons, à présent, $2n+1$ variables canoniques $x_1, x_2, \ldots, x_n,$

---

(1) *Math. Ann.*, **81**, 1920, p. 235-319.

(2) *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 893.

$z, p_1, p_2, \ldots, p_n$; on obtient, en se fondant seulement sur les propriétés des groupes fonctionnels, sans faire intervenir la théorie des équations aux dérivées partielles, les conclusions suivantes :

1° *Le groupe fonctionnel de l'ordre* $r \leq 2n+1$ *admet au plus* $n+1$ *fonctions distinctes en involution;*

2° *Le groupe fonctionnel de l'ordre* $n+\rho$ *admet au plus* $n-\rho+1$ *fonctions distinguées distinctes.*

Il s'ensuit que le résultat ordinairement cité, sur le nombre maximal de $r-2$ fonctions distinguées, ne peut être pris qu'avec réserve. En effet, la loi de la croissance du nombre des fonctions distinguées d'un groupe fonctionnel, par rapport à son ordre, est représentée par la courbe en cloche.

Cela étant, considérons le groupe fonctionnel de l'ordre r,

$$f_1, \quad f_2, \quad \ldots, \quad f_r \qquad (r \leq 2n+1). \tag{1}$$

M. N. Saltykow, sans introduire les groupes homogènes de S. Lie, avait étudié [1] les applications du groupe (1), en partant du systèmes [2] :

$$\sum_{\sigma=1}^{\nu} \pi_{s\sigma} \frac{\partial f}{\partial f_\sigma} = 0 \qquad (s = 1, 2, \ldots, r), \tag{2}$$

$$\sum_{\sigma=1}^{\nu} \pi_{\sigma} \frac{\partial f}{\partial f_\sigma} = 0. \tag{3}$$

Il est aisé de détailler les résultats de M. N. Saltykow, en les complétant, grâce aux deux hypothèses que l'on peut introduire, suivant que les équations (2), à elles seules, forment un système complet indépendamment de l'équation (3), ou bien moyennant cette dernière.

L'extension, dont il s'agit, se fait grâce au lemme suivant :

Si le déterminant gauche symétrique, d'un ordre pair, est égal à zéro, tous les premiers mineurs de ce déterminant sont nuls.

Théorème I. — *Supposons que les équations* (2) *forment un système complet. Si l'ordre du groupe* (1) *est pair, il admet zéro ou un nombre pair des fonctions distinguées; l'ordre* r *étant impair, le nombre des fonctions distinguées ne peut être qu'impair. Quant au nombre exact des fonctions distin-*

---

[1] *Méthodes modernes d'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre à une fonction inconnue*, Paris, 1935.

[2] *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une seule fonction*, Paris-Bruxelles, 1925, Chap. IX, p. 131.

guées, il dépend de l'ordre du premier mineur distinct de zéro du déterminant

$$(4) \qquad \begin{vmatrix} 0 & \pi_{12} & \dots & \pi_{1r} \\ -\pi_{12} & 0 & \dots & \pi_{2r} \\ \dots & \cdot & \dots & \dots \\ -\pi_{1r} & -\pi_{2r} & \dots & 0 \end{vmatrix}.$$

Par exemple, le groupe de l'ordre trois, au système complet (2)

$$f_1 \equiv (zp+q)(2x+1) - z^2, \qquad f_2 \equiv 2x(zp+q) - z^2, \qquad f_3 \equiv \frac{p}{q},$$

admet une fonction distinguée, $f_2 - f_1$.

Le groupe de l'ordre quatre, au système complet (2)

$$f_1 \equiv zp_1, \qquad f_2 \equiv \frac{p_2}{p_1} - x_1 + x_3, \qquad f_3 \equiv \frac{x_5 p_5}{p_4} + x_1 - x_3 - x_4, \qquad f_4 \equiv \frac{p_1 + p_2}{zp_1^2},$$

engendre deux fonctions distinguées, $f_1^2 f_4 + f_1$ et $f_1 f_4 + f_2 + f_3$.

Quant au groupe de l'ordre quatre, au système complet (2)

$$zp_1, \quad \frac{p_2}{p_1} - x_1 + x_3, \quad x_3 z p_4 + x_1 - x_2 - x_5, \qquad \frac{p_1 + p_2}{zp_1^2},$$

il n'admet pas de fonctions distinguées.

Théorème II. — *Supposons que l'ensemble des équations* (2) *et* (3) *forme un système complet. Si l'ordre du groupe* (1) *est pair, le nombre de ses fonctions distinguées sera impair; inversement il sera zéro ou un nombre pair, si l'ordre du groupe* (1) *est impair. Le nombre effectif des fonctions distinguées dépend encore de l'ordre du premier mineur distinct de zéro du précédent déterminant* (4).

Ainsi, le groupe du troisième ordre, correspondant à

$$3x_1 - \frac{z}{p_1}, \quad zp_1 p^2 + x_2, \quad \frac{p_2 - p_3}{p_1},$$

n'admet pas de fonctions distinguées.

Or le groupe du cinquième ordre

$$f_1 \equiv zp_1 + \frac{x_2 p_2}{p_3} + x_3, \qquad f_2 \equiv z^2 - 2x_1 z p_1, \qquad f_3 \equiv \frac{p_1 + p_2}{p_3},$$

$$f_4 \equiv \frac{p_1}{p_3}, \qquad f_5 \equiv \frac{x_2 p_2}{p_3} + x_3,$$

admet deux fonctions distinguées, $f_3 - f_4$ et $f_1 - f_5$.

RELATIVITÉ. — *La théorie unitaire des champs et les hypersurfaces non holonomes.* Note (¹) de M. **Georges Vranceanu**, présentée par M. Élie Cartan.

Il s'agit de faire voir dans cette Note que l'espace, considéré par MM. Einstein et Mayer (²) comme l'espace où une théorie unitaire des champs électromagnétique et gravitationnel serait possible, peut être interprété comme une hypersurface non holonome V_5^4.

En effet, supposons que nous ayons d'une part un espace de Riemann V_4, l'espace-temps de la théorie de la relativité, dont la métrique peut s'écrire

$$(1) \quad ds^2 = a_{ij}\,dx^i\,dx^j = (ds^1)^2 + (ds^2)^2 + (ds^3)^2 + (ds^4)^2 \qquad (i, j = 1, 2, 3, 4),$$

où $ds^h = \lambda_i^h\,dx^i$ $(h = 1, 2, 3, 4)$ sont des formes de Pfaff dans les quatre variables x^1, x^2, x^3, x^4, une ou trois d'entres elles étant imaginaires pures; d'autre part, un vecteur potentiel φ_i dont le rotationnel fournit le vecteur électrique et magnétique. La forme $\varphi_i\,dx^i$ n'est pas une différentielle totale exacte, et par conséquent l'équation de Pfaff

$$(2) \qquad ds^5 = dx^5 - \varphi_i\,dx^i = 0$$

n'est pas complètement intégrable. La variable x^5 qu'on ajoute ainsi n'est définie que par sa différentielle.

La totalité des invariants communs à la métrique (1) et à l'équation de Pfaff (2) constitue ce qu'on appelle un espace non holonome V_5^4; c'est l'espace du groupe de transformations de formes de Pfaff

$$(3) \qquad \begin{cases} d\bar{s}^h = c_k^h\,ds^k + c_5^h\,ds^5 \\ d\bar{s}^5 = c_5^5\,ds^5 \end{cases} \qquad (h, k = 1, 2, 3, 4),$$

où les $c_k^h(x^1, x^2, x^3, x^4)$ satisfont aux conditions d'orthogonalité, $c_5^5 \neq 0$ et c_5^h sont quelconques. Ce groupe conserve la métrique (1) abstraction faite des termes qui s'annulent avec ds^5. Le groupe (2), que j'appelle aussi groupe intrinsèque de V_5^4, n'est pas géométrisable si $ds^5 = 0$ n'est pas complètement intégrable (³). Il devient un groupe complètement géométrisable

(¹) Séance du 12 juin 1935.
(²) *Sitzungsberichte der Akademie*, Berlin, 1932, p. 541.
(³) Voir mon travail, *Bull. Fac. Sc. de Cerniuti*, 5, 1932, p. 177.

si l'on fixe les valeurs des quatre fonctions c_5^h, ce qui revient à fixer une normale à l'hypersurface non holonome V_5^4. Dans le cas général d'un espace non holonome V_n^m, interprétation géométrique d'un système non holonome S_n^m de la Mécanique, ce sont les équations du mouvement du système qui peuvent déterminer les directions normales [1]. On peut déterminer, en général d'une manière plus simple, ces directions normales, en imposant la condition que le parallélisme intérieur, qui est en ce cas le parallélisme de Levi-Civita de V_5^4, soit conservé. C'est la condition imposée par MM. Einstein et Mayer, ce qui nous donne $c_5^h = 0$. D'ailleurs, en ce cas, $c_5^h = 0$ expriment aussi la condition nécessaire et suffisante pour que les géodésiques de V_4 soient conservées. Nous avons ainsi à étudier les invariants du groupe

$$(4) \qquad \begin{cases} d\bar{s}^h = c_k^h\, ds^k, \\ d\bar{s}^5 = c_5^5\, ds^5, \end{cases}$$

que j'appelle aussi semi-intrinsèque. Si l'on fixe c_5^5, ce qui revient à fixer une métrique sur la normale, on obtient le groupe rigide de V_5^4. On sait que le groupe rigide d'un V_n^m possède deux connexions rigides, dont l'une conserve les longueurs. MM. Einstein et Mayer prennent $c_5^5 = 1$, et considèrent la connexion précédente.

Il existe aussi, tant qu'on part seulement avec deux invariants

$$ds^2 = (ds^1)^2 + (ds^2)^2 + \ldots + (ds^{n-1})^2, \qquad ds^n = 0,$$

une manière invariante de fixer la normale à l'hypersurface V_n^{n-2} et la métrique sur cette normale. En effet on arrive à démontrer le théorème suivant : *Si $ds^n = 0$ n'est pas complètement intégrable, on peut réduire d'une ou plusieurs manières différentes, suivant que certaines équations caractéristiques ont ou non plusieurs racines différentes, l'étude des invariants du groupe intrinsèque de V_n^{n-1} à l'étude d'un groupe rigide.* Dans le cas d'une V_5^4 il existe une seule manière invariante de fixer la normale et la métrique sur cette normale. Dans notre cas cette normale coïncide avec celle de MM. Einstein et Mayer.

En fixant ou non la valeur de c_5^5, le groupe (4) possède en général quatre tenseurs. Dans notre cas la V_5^4 est totalement géodésique, de sorte que deux seulement de ces tenseurs sont différents de zéro : le tenseur ω_{kl}^5 d'intégrabilité de l'équation (2), qui est le tenseur du champ électro-

---

[1] Voir E. CARTAN, *Congrès de Bologne*, 6, 1928, p. 253.

magnétique et en même temps le tenseur de torsion de l'espace non holonome V_5^4; puis le premier tenseur de courbure de V_5^4, qui coïncide en ce cas avec le tenseur de courbure de V_4. Les dérivées tensorielles de la torsion servent à former les équations de Maxwell, et avec le tenseur de courbure on construit les premiers membres des équations de la gravitation. Il est à remarquer que MM. Einstein et Mayer considèrent les dérivées tensorielles de la torsion comme faisant partie de la courbure de l'espace. M. E. Cartan, dans une conférence faite à l'Institut Poincaré en 1934, interprète aussi le tenseur électromagnétique comme la torsion d'un espace riemannien ambiant à cinq dimensions, l'espace-temps étant une hypersurface (holonome) totalement géodésique de cet espace.

On sait que dans un espace non holonone V_m^n les courbes auto-parallèles, qui sont en même temps les trajectoires sans forces du système mécanique correspondant, ne coïncident pas avec les courbes de la plus courte distance. Ces dernières courbes sont regardées dans cette théorie unitaire comme les trajectoires d'une particule chargée d'électricité et le multiplicateur v_5 qui est constant si $c_5^5 = 1$, est assimilée au rapport e/m_0, e étant la charge électrique et m_0 la masse pondérable.

Cette manière d'interpréter cette théorie unitaire, qui peut s'appliquer aussi à la théorie de Kaluza, nous fait penser à la généraliser, c'est-à-dire à supposer que la normale soit déviée de cette position, qu'on peut appeler naturelle. En ce cas il apparaît deux tenseurs nouveaux, c'est le tenseur de la seconde forme fondamentale et le second tenseur de courbure, et peut-être on peut se servir de ces tenseurs pour rendre compte d'autres phénomènes physiques.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Esquisse d'une théorie de la réactivité.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Albert Caquot.

Nous avons indiqué [1] que les oscillations des matériaux réactifs présentaient, dans nos expériences, cette propriété assez simple, que les distances des positions successives d'équilibre à la position finale résultant de la déformation semi-permanente du matériau, étaient proportionnelles à l'élongation maxima précédente, comptée à partir de la position d'équilibre correspondante, le coefficient de proportionnalité étant différent sui-

---

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 294.

vant la parité des numéros des positions successives d'équilibre, et plus petit pour les rangs pairs. On voit facilement que cela peut se traduire par la loi

$$(1) \qquad x = Ae^{-\mu t}\sin\omega t + Be^{-\mu t} + C_1,$$

en rapportant les élongations x à la position primitive d'équilibre.

On tient compte ensuite du caractère seulement semi-permanent de l'élongation-limite C_1, en remplaçant C_1 par l'exponentielle $Ce^{-\nu t}$, très lentement décroissante.

Une théorie de la réactivité doit rendre compte, d'autre part, non seulement de cette loi d'oscillation, mais aussi de la loi de déformation sous effort constant, sensiblement logarithmique en fonction du temps, comme l'a trouvé M. Bouasse.

Comme nous l'avons suggéré, il est effectivement possible d'esquisser une telle explication d'ensemble, la loi logarithmique pouvant se ramener pratiquement à la somme de deux exponentielles [1], et être par suite assimilée, comme la fonction (1), à la solution d'une équation linéaire.

Précisons qu'on dispose, en fait, d'une grande latitude dans le choix des constantes de temps et des coefficients des deux exponentielles. Si l'on tolère une approximation de 3 pour 100, bien adaptée aux mesures de réactivité, on représente le logarithme par la somme de deux exponentielles, dans un intervalle tel, que l'argument du logarithme varie de 1 à 300, soit pour une durée égale au triple de la plus longue constante de temps. Dans ces conditions, la plus longue constante de temps est de 25 à 30 fois plus longue que l'autre, et le coefficient correspondant est compris, en gros, entre l'autre coefficient et son double.

Pour rendre compte de la réactivité, il faut donc un modèle mécanique régi par une équation du deuxième ordre (au moins) dans le cas d'une déformation continue, du quatrième ordre (au moins) dans le cas des oscillations.

Imaginons, dans le matériau supposé à une dimension, et dont nous négligerons la masse propre, trois tronçons successifs : l'un, T_3, caractérisé par une élasticité c^2, est attaché au point fixe par son extrémité libre, et sa déformation totale z engendre des forces de frottement visqueux, relativement très importantes, $n\alpha\, dz:dt$; l'autre, T_2, caractérisé par l'élasticité b^2, et dont la déformation totale $(y - z)$ se fait sans frottement, est interposé entre T_3 et T_1; ce dernier, caractérisé par l'élasticité a^2, est le siège, au cours de sa déformation totale $(x - y)$, de forces de frottement vis-

---

[1] *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 809.

queux $\alpha\, d(x-y):dt$. C'est à l'extrémité libre de T_1 que l'on fixe la masse oscillante M, ou que l'on exerce la force constante F.

La déformation du système est régie par les équations ci-dessous :

$$(2)\qquad \begin{cases} Mx'' + \alpha(x'-y') + a^2(x-y) = F, \\ \alpha(y'-x') + a^2(y-x) + b^2(y-z) = 0, \\ b^2(z-y) + n\alpha z' + c^2 z = 0, \end{cases}$$

où les accentuations représentent des dérivations par rapport au temps.

En l'absence de masse oscillante, la déformation visible x est donnée par une équation linéaire du second ordre dont la solution est

$$(3)\qquad x = F\left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right) - \frac{F}{c^2} e^{-\frac{c^2}{n\alpha}t} - \frac{F}{a^2} e^{-\frac{a^2}{\alpha}t}.$$

Cette loi est représentable, dans un intervalle étendu, par une fonction logarithmique du temps, si $na^2:c^2$ vaut de 25 à 30, et si c^2 est un peu inférieur à a^2.

L'oscillation libre visible est au contraire régie par une équation du quatrième ordre, dont nous chercherons à mettre la solution, par un choix convenable de l'origine des temps, sous la forme

$$(4)\qquad x = Ae^{-\mu t}\sin\omega t + Be^{-\mu' t} + Ce^{-\nu t},$$

μ' devant, à cause de (1), être au moins voisin de μ. En écrivant que (4) est solution de (2), on obtient quatre équations donnant μ, μ', ω, ν en fonction de M.

ν est petit devant μ, si n est grand, condition déjà trouvée. La somme $(2\mu + \mu')$ est indépendante de M. Approximativement, μ' part de $a^2:\alpha$ pour $M = 0$, et atteint $(a^2 + b^2):\alpha$ pour $M = \infty$; et μ, parti de $b^2 : 2\alpha$ pour $M = 0$, tend vers zéro pour $M = \infty$. Enfin ω est sensiblement donné par $\omega^2 = b^2 : M$.

Ce système mécanique est assez curieux, l'amortissement relatif $\mu:\omega$ étant infiniment petit non seulement pour $M = \infty$, mais aussi pour $M = 0$; cela tient à ce que nous avons schématisé à l'extrême en supprimant tout frottement dans T_2; mais il faudra admettre que les résultats ne sont pas valables pour les valeurs de M trop petites.

μ' devant être voisin de μ, nous devons considérer comme relativement petites les masses M pour lesquelles les oscillations présentent les caractères de la réactivité. Et nous obtenons alors la condition $b^2 = 2a^2$.

On peut chercher d'autres confirmations de la théorie dans le calcul des valeurs

de A, B, C correspondant aux expériences faites. Les circonstances du lancement étaient intermédiaires entre les conditions initiales ($x=X$, $x-y=z=0$, $x'=0$), et ($x=y=z=0$, $x'=V$). Les deux groupes indiquent, conformément à l'expérience, de petites valeurs pour C; le premier groupe indique pour B : A une valeur négligeable, le deuxième, la valeur $2\mu:\omega$; on a trouvé expérimentalement un résultat intermédiaire.

D'après cette théorie, la réactivité serait le résultat d'une distribution opposée de l'élasticité et de la viscosité dans la masse du matériau.

ASTRONOMIE. — *Sur le nombre d'astéroïdes et leur masse effective.* Note (¹) de M. **Benjamin de Jekhowsky**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Évaluant le nombre d'astéroïdes, que l'on peut découvrir avec les moyens actuels d'observation j'ai montré (²), que d'après leurs grandeurs stellaires m_0 d'une part, d'après leurs distances moyennes a au Soleil d'autre part, ce nombre est environ $N=2300$. Je me propose de donner une explication différente de ce résultat.

En prenant comme albedo des astéroïdes la moyenne entre les albedos des planètes Mars et Mercure, j'ai calculé pour chacun d'eux le rayon ρ, fonction de a et de m_0, puis en partageant le nombre d'astéroïdes connus en quatre groupes, le premier de 400 et chacun des suivants de 300, on peut trouver le graphique ci-après.

On voit d'après ce graphique, que les astéroïdes de rayon $\rho > 60^{\text{km}}$ sont presque tous découverts, et que l'on en découvre seulement quelques-uns entre $60 > \rho > 35$. Le maximum de découvertes actuellement porte sur les astéroïdes dont le rayon varie entre $30 \geqq \rho \geqq 1$ et ceci, toujours en s'éloignant vers les astéroïdes de dimensions de plus en plus petites.

En se proposant de représenter la variation de y (nombre d'astéroïdes) en fonction de x (rayon) on voit que les valeurs données de y entre les limites $119 > x > 30$ satisfont assez bien à l'équation de la parabole

$$y'^2 = 2px' \qquad (1)$$

rapportée à son axe et à la tangente au sommet O', l'axe AO' faisant avec les axes de coordonnées x, y un angle $\alpha = 45°$.

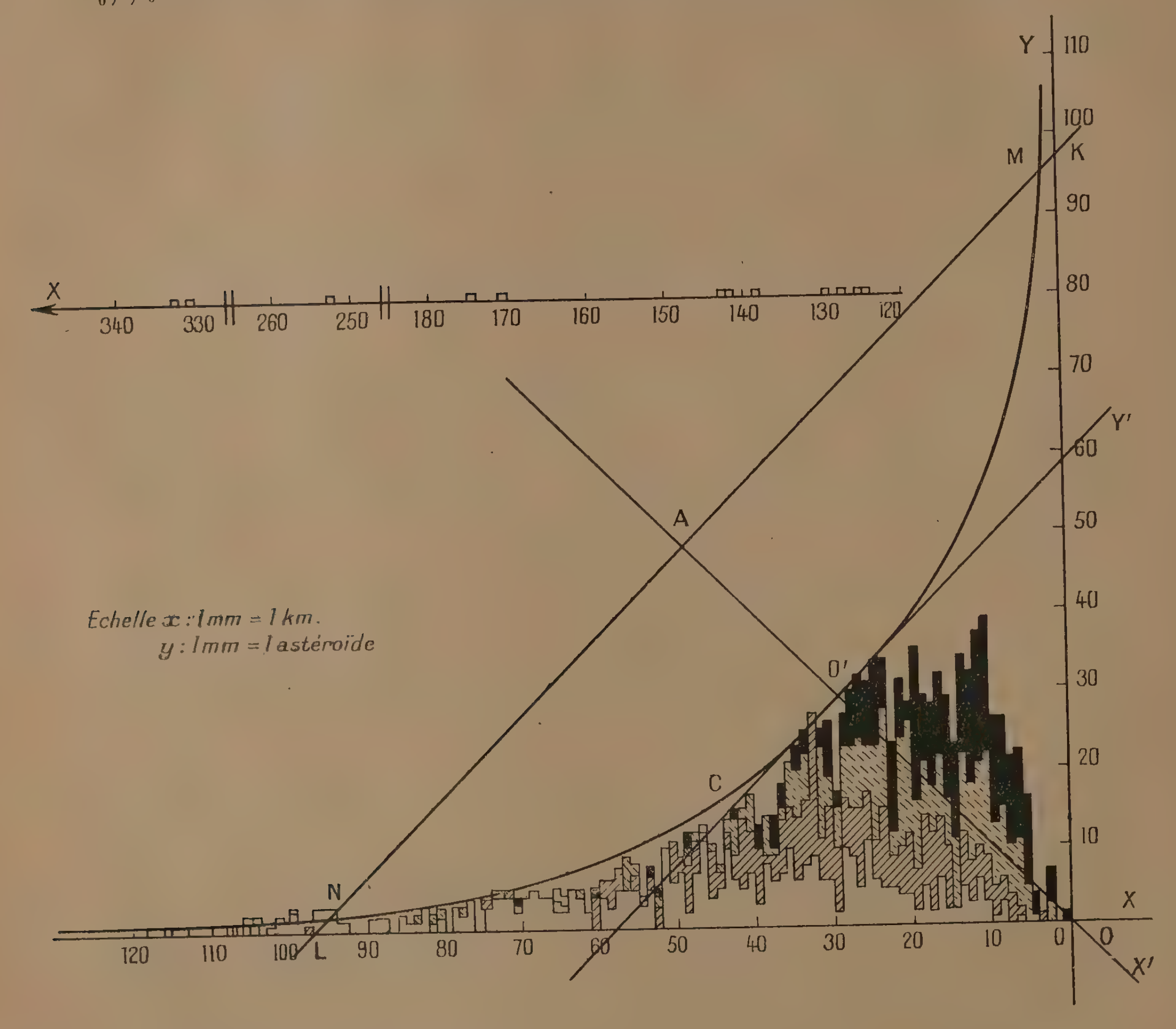
(¹) Séance du 27 mai 1935.

(²) *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 579.

Les coordonnées x', y' sont reliées aux coordonnées x, y par les relations

(2) $$x'\sqrt{2} = [(y+x)-(y_0+x_0)], \quad y'\sqrt{2} = [(y-x)-(y_0-x_0)],$$

x_0, y_0 étant les coordonnées du sommet O' par rapport aux axes x, y.



On trouve ainsi la relation

(3) $$y^2 - 2y(x + p\sqrt{2}) + x^2 - 2px\sqrt{2} + 2p\sqrt{2}(x_0 + y_0) = 0.$$

En prenant l'intégrale des produits élémentaires $y\,dx$ entre les limites $x = 0$; $x = 118$, l'expression

$$N_1 = \int_0^x y\,dx$$

donne le nombre d'astéroïdes pour lesquels $\rho < 119^{\text{km}}$.

On obtient le nombre N total d'astéroïdes en ajoutant à N_1 le nombre $N_2 = 12$ d'astéroïdes pour lesquels $\rho > 118^{km}$.

En évaluant le nombre N soit de cette façon, soit en retranchant de l'aire du triangle isoscèle KOL, l'aire du segment de la parabole C limitée par la corde MN parallèle à l'axe y' (1), on obtient pour N des valeurs voisines de celle indiquée plus haut, et ainsi pour le nombre total des astéroïdes

$$N = 2334.$$

Ceci posé, on peut se proposer de déterminer la masse totale de ces astres. En faisant le calcul directement on trouve que la somme des volumes de tous les astéroïdes est égale à

$$\Sigma V_a = 977\,037\,493^{km^3};$$

comparée au volume de la Terre elle est 1108 fois plus petite.

En admettant ensuite que tous les astéroïdes ont la même densité moyenne, on en conclut que : *la masse totale de l'anneau des astéroïdes est* 6,4 *fois plus grande que celle de Cérès* ($\rho = 333^{km}$).

De même : *la somme des masses des astéroïdes, abstraction faite des masses des astéroïdes Cérès, Pallas et Vesta, est égale à* 1,9 *de la masse de Cérès.*

Les valeurs ainsi obtenues s'accordent bien avec celles obténues par M. N. Staude (2).

M. N. Staude, par une méthode tout à fait différente, a donné comme limites de ces rapports 7 et 2.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les éclipses de satellites de Jupiter.* Note (3) de M. **François Link**, présentée par M. Charles Fabry.

Je veux, dans cette Note, attirer l'attention sur quelques particularités des éclipses de satellites de Jupiter. Il s'agit de mesures d'Eropkin effectuées en 1928 (4), qui donnent les courbes de lumière des trois premiers satellites. Les courbes présentent sur la descente assez régulière une sorte de palier ou même de maximum secondaire assez plat. Après cet accident

---

(1) Dans ce cas, $N_2 = 45$.

(2) *Journal astronomique russe*, 2, III, 1925, p. 38.

(3) Séance du 3 juin 1935.

(4) *Zeitschrift für Astrophysik*, Berlin, 3, 1931, p. 163.

la courbe descend rapidement jusqu'à la disparition complète du satellite. Ces particularités paraissent avoir échappé à l'analyse jusqu'à présent.

Pour pouvoir analyser ces phénomènes il est nécessaire d'obtenir les courbes réduites, c'est-à-dire les courbes telles qu'elles seraient si les satellites et le Soleil étaient des points. Nous les avons obtenues assez rapidement par quelques tâtonnements systématiques en partant des diamètres apparents des satellites et du Soleil. Les courbes ainsi réduites nous ont servi dans les parties suivantes.

Il est remarquable que la courbe commence à descendre bien avant le moment de l'éclipse, qui est le moment où la droite allant du centre de Soleil au centre du satellite touche la surface de la planète. En d'autres termes la densité de l'ombre commence à croître loin de son bord géométrique, soit à l'altitude de 20 pour 100 de rayon. On pourrait songer d'abord à l'affaiblissement par la réfraction qui joue un rôle important dans ces phénomènes (1). Un calcul rapide montre que la densité doit être extrêmement faible à cette altitude et de même l'affaiblissement par la réfraction sera totalement négligeable. L'existence d'un maximum secondaire suggère une autre explication d'autant plus probable que l'intervention de l'atmosphère est impossible.

Tout se passe comme si la planète était entourée d'une couche absorbante élevée dont le niveau supérieur est à 20 pour 100 du rayon. La couche ne serait pas homogène, le maximum de densité serait à une altitude égale au dixième du rayon environ. Dans ces conditions il est difficile d'obtenir son absorption suivant la verticale. En première approximation elle serait comprise entre 5 et 10 pour 100. La nature corpusculaire paraît très probable; la couche aurait une sorte d'analogie avec l'*anneau de crêpe* de Saturne. Seulement la concentration équatoriale paraît beaucoup moins prononcée. Quant à la visibilité en lumière réfléchie, rien n'a été signalé jusqu'à présent au voisinage immédiat de la planète. Il faudrait peut-être employer les méthodes qui servent actuellement à l'observation de la couronne solaire.

Les tables de mouvement des anciens satellites de Jupiter actuellement en usage sont celles de R.-A. Sampson basées sur les mesures photométriques des éclipses par Pickering (2). Or Pickering n'a jamais observé la courbe complète; ce qu'il appelle l'intensité normale d'un satellite n'est que

(1) Ch. Fabry, *Journal des Observateurs*, Marseille, **12**, 1929, p. 1.
(2) *Annals of the Astr. Observ. of Harvard College*, **52**, 1907, p. 1.

le maximum secondaire très plat. Le moment de l'éclipse défini plus haut est, dans l'interprétation de Sampson, le moment où l'intensité du satellite tombe à moitié. On constate en effet que ces moments correspondent sur les courbes d'Eropkin aux moments où l'intensité de chaque satellite tombe à moitié de celle du maximum secondaire. La couche agit grâce à sa situation comme une sorte de surcharge optique au bord de l'ombre et la théorie de Sampson reste applicable comme le prouvent d'autre part les positions observées des satellites.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Correction à la constante d'Eötvös la ramenant à deux valeurs distinctes.* Note de M. **D. G. Dervichian**, présentée par M. Jean Perrin.

Au sein d'un liquide, isolons par la pensée un prisme de 1^{cm^2} de section droite. Puis, en exerçant une traction aux deux bouts et en nous conformant aux conditions de la réversibilité, supposons que nous le séparions en deux tronçons suivant une section droite (Harkins). Le travail W absorbé aura servi à créer deux surfaces libres du liquide ayant chacune 1^{cm^2} : il aura vaincu les actions intermoléculaires (la cohésion) s'exerçant entre molécules identiques placées de part et d'autre de la surface de rupture. Chaque unité de surface du liquide représente donc une réserve d'énergie libre de W/2, numériquement égale à sa tension superficielle γ. Pour une aire s, l'énergie sera de γs.

Par des déductions basées sur la loi des états correspondants, Eötvös a établi la relation $\gamma(M/\rho)^{2/3} = K(T_c - T)$, où γ est la tension superficielle à la température T. M et ρ étant la masse moléculaire et la densité (à la température T) du liquide, on voit que $(M/\rho)^{2/3}$, puissance 2/3 du volume moléculaire u, représente une surface $S = u^{2/3}$. Nous pourrons, pour faire intervenir le volume par molécule, écrire l'équation sous la forme $\gamma(u/N)^{2/3} = K(T_c - T)$, où N est le nombre d'Avogadro. $s = (u/N)^{2/3}$ sera la section droite d'une molécule considérée cubique. Mais ce sera aussi l'aire occupée par chaque molécule à la surface du liquide, et le premier membre γs représentera l'énergie superficielle par molécule. Dès lors, K constant signifierait que, pour des températures également distantes des températures critiques respectives T_c, le travail moyen d'arrachement d'une molécule est le même, quel que soit la nature du liquide.

Ce résultat peut se comprendre, au moins intuitivement, si l'on considère qu'à la température critique, au sein de tous les liquides, une certaine compensation se trouve

réalisée entre énergie cinétique et énergie d'attraction, agissant en sens inverse. Or abaisser les températures, d'un même nombre de degrés au-dessous de ce point, revient à réduire les énergies cinétiques d'une même quantité; ce qui vraisemblablement doit augmenter d'autant l'énergie de cohésion.

Depuis Eötvös, près de 400 substances différentes ont été étudiées. La valeur de K varie incontestablement d'une substance à l'autre et parfois avec la température. Néanmoins, pour la grande majorité, les valeurs se concentrent très nettement autour de deux chiffres : 2 et 1. Vu le grand nombre de cas étudiés, ceci constitue une forte indication, du moins qualitative. On constate que les corps renfermant le groupement OH (eau, alcools, acides gras) appartiennent à la catégorie $K = 1$. Par contre, dans plusieurs cas, K prend des valeurs notablement plus grandes, pouvant dépasser 5 ou 6. On avait remarqué que c'était pour des corps à très grosses molécules. Pour d'autres, le coefficient est nettement plus petit que 1 et l'on a parlé d'associations moléculaires. Je me propose d'expliquer ces écarts et de montrer que toutes les valeurs sont amenées à rentrer dans les deux groupes principaux $K = 1$ et $K = 2$.

Hunten et Maas ([1]) ont étudié systématiquement les acides gras normaux et, constatant un accroissement progressif de K depuis 0,90 pour l'acide formique jusqu'à 3,04 pour l'acide stéarique, ont suggéré que les valeurs trop grandes du coefficient doivent être dues à une orientation partielle des molécules à la surface du liquide ([2]).

L'étude aux rayons X des acides gras, ainsi que celle des couches monomoléculaires, a démontré, qu'alors qu'une des dimensions de la molécule (la *hauteur*) croissait régulièrement avec le nombre d'atomes de la chaîne, la surface disponible par molécule dans chaque plan de stratification restait constante. Pour un certain mode de cristallisation, commun aux différents acides de la série, cette aire est de $24\,\text{Å}^2$ par molécule. Désignons par σ cette aire constante. Nous devrons, porter dans le premier membre de l'équation la valeur unique σ de la surface moléculaire au lieu de $s = (M/N\rho)^{2/3}$ qui, elle, croît avec le poids moléculaire et la température. Bien plus, alors que pour les termes supérieurs $s > \sigma$, pour les premiers termes $s < \sigma$. Après correction, on voit dans le tableau que les valeurs de K, tant plus faibles que plus fortes, se trouvent ramenées à se grouper autour de la valeur moyenne 1,2. Pour les alcools $\sigma = 25\,\text{Å}^2$, et l'on retrouve

---

([1]) *Journ. Am. Chem. Soc.*, 51, 1929, p. 153.

([2]) Voir aussi E. K. Rideal, *Surface Chemistry*, Cambridge, p. 29.

également la valeur moyenne K = 1,2 (voir particulièrement le cas de l'alcool myricique) :

	σ.	$s=(M/N\rho)^{2/3}$ ρ (moyenne).	K moyen.	K corrigé.
Eau		Å²	1 à 1,15	
Acide formique (C_1)	24	15,7	0,90	1,3
» C_2 à C_{16}	24	21 à 60	0,95 à 2,9	1,1 à 1,3
» stéarique (C_{18})	24	68	3,04	1,07
Alcools C_1, C_2, C_4	25	16,4 à 29	0,67 à 1,45	1,1 à 1,2
» myricique (C_{30})	25	94	4,21	1,1

Le cas de la Tristéarine est souvent cité pour mettre en défaut la règle d'Eötvös. En effet K = 5,35 à 5,86, mais se réduit à 2,2 si l'on prend pour section l'aire connue de 63 Å². Pour les autres Triglycérides, K corrigé se rapproche également de 2. Un cas très instructif est celui des cristaux liquides, corps éminemment orientés, dont les coefficients possèdent une valeur très grande (forte orientation) qui décroît très rapidement aussitôt que l'on dépasse le point de transformation.

Nous pouvons donc admettre que les liquides se groupent provisoirement en deux catégories. L'une, avec K = 2, comprend des corps simples (Ar, Ne, N^2, O^2, Cl^2, P^4) et des substances organiques les plus diverses. L'autre renferme des substances à molécules *asymétriques polaires* et ayant pour K des valeurs voisines de 1. Je montrerai, dans une prochaine Note la signification de ces catégories de coefficients.

PHYSIQUE. — *Forme et symétrie des équations électromagnétiques ; équivalence de l'énergie et de la masse.* Note de M. **Jean Urbanek**, présentée par M. Charles Fabry.

Pour qu'un système d'équations physiques fondamentales (définitions et relations expérimentales non déduites) soit correct quant à sa forme, il faut : 1° que toutes les grandeurs qu'il contient aient les mêmes dimensions dans toutes les équations où elles figurent, et 2° que toute égalité entre grandeurs représente en même temps une égalité entre les dimensions respectives. Ces règles définissent, avec l'ensemble des relations mathématiques qui forment le noyau des équations physiques (de nombre k), la forme complète de ces dernières, notamment : le nombre et la nature des facteurs de proportionnalité à introduire (donc le nombre

total n des grandeurs physiques), de même que les dimensions de toutes ces grandeurs. Cette forme une fois fixée, le nombre des dimensions fondamentales appartenant à ce système devient également donné $(n-k)$.

Si l'on n'observe que les règles mentionnées, et qu'on ne formule pas de desiderata arbitraires supplémentaires, les équations électromagnétiques peuvent être écrites sans qu'il soit nécessaire d'introduire d'autres facteurs de proportionnalité que la permittivité électrique ($\varkappa$) et la perméabilité magnétique μ [1]. Les équations ainsi résultantes sont symétriques quant à leur forme, elles ne le sont pas en ce qui concerne les dimensions des grandeurs électriques et magnétiques correspondantes [2] :

$$(1) \qquad [e]=[M], \quad [E]=[H], \quad [D]=[B] \quad [3]$$

(où e représente la charge électrique, M la masse magnétique, E et H les intensités respectives des champs électrique et magnétique, D le déplacement électrique, B l'induction magnétique), sauf si l'on pose

$$(2) \qquad [\varkappa]=[\mu]=[v^{-1}],$$

condition (d'ailleurs non employée) qui découle de la loi de Maxwell qui s'écrit dans ce système à $n-k=4$

$$[(3) \text{ et } (4)] \qquad v=\frac{1}{\sqrt{\varkappa\mu}} \quad (3) \quad \text{et} \quad c=\frac{1}{\sqrt{\varkappa_0\mu_0}} \quad (4),$$

c étant la vitesse de la lumière dans le vide. Tout autre choix conduit soit à des systèmes asymétriques (dans les systèmes C. G. S. on a par exemple $\varkappa_0=1$ et $\mu_0=1/c^2$, ou bien $\varkappa_0=1/c^2$ et $\mu_0=1$, ce qui exclut les relations (1), et conduit à l'interprétation quelque peu arbitraire : $n-k=3$), soit, si l'on veut aboutir quand même à des systèmes symétriques, à l'introduction d'un facteur de proportionalité supplémentaire, ayant uniquement le rôle de compenser la contradiction qui résulterait autrement des relations (3) et (4), comme c'est le cas pour les systèmes symétriques (à $n-k=5$) du type Gauss- Heaviside-Lorentz, où en posant $\varkappa_0=1$ et $\mu_0=1$; il devient alors nécessaire de poser

$$[(3a) \text{ et } (4a)] \qquad v=\frac{A}{\sqrt{\varkappa\mu}} \quad (3a), \qquad c=\frac{A}{\sqrt{\varkappa_0\mu_0}} \quad (4a),$$

---

(1) Voir par exemple E. Weber, *Trans. Am. Inst. El. Ing.*, **51**, n° 3, 1932, p. 737.

(2) Ces conditions de symétrie, tout en pouvant être avantageuses du point de vue formel, ne constituent cependant pas une nécessité qui découlerait des lois physiques.

(3) Les parenthèses signifient : [X] dimensions de X.

le facteur $A = c$ (ou bien $c/4\pi$) apparaissant chaque fois qu'une formule contient simultanément des grandeurs électriques et magnétiques.

Tous ces systèmes n'étant symétriques que parce qu'on pose *arbitrairement* (2) *ou bien* $[\varkappa] = [\mu]$, avec, comme correctif supplémentaire, un facteur de proportionnalité, la symétrie ainsi réalisée est forcément également arbitraire.

Il est possible, cependant, d'établir un système pour lequel les relations (1) sont automatiquement satisfaites, et cela *indépendamment des dimensions à attribuer aux grandeurs* $\varkappa$ *et* μ, et sans qu'il soit nécessaire d'introduire aucun facteur nouveau. On n'a qu'à partir de l'équivalence de l'énergie et de la masse, posée en théorie de la relativité et confirmée depuis par l'expérience [1], ce qui permet de poser

$$(5) \qquad [\mathcal{E}] = [m],$$

ce qui entraîne d'autre part

$$(6) \qquad [c] = 1.$$

Cela donne, au lieu des équations (3) et (4), l'équation unique

$$(7) \qquad \frac{v}{c} = \frac{1}{\sqrt{\dfrac{\varkappa}{\varkappa_0}\,\dfrac{\mu}{\mu_0}}} \equiv v_r = \frac{1}{\sqrt{\varkappa_r \mu_r}}.$$

Étant donné que cela veut dire que $\varkappa$ et μ sont à remplacer dans toutes les formules par les valeurs relatives $\varkappa_r$ et μ_r, le critérium permettant de satisfaire les relations (1) devient, au lieu de la relation (2),

$$[\varkappa_r] = [\mu_r] = 1,$$

ce qui est automatiquement réalisé. La symétrie parfaite entre les grandeurs électriques et magnétiques, qu'il n'était possible d'assurer (en considérant l'énergie et la masse comme deux grandeurs foncièrement différentes) qu'en attribuant à $\varkappa$ et μ les dimensions prescrites par (2), ou bien en posant $[\varkappa] = [\mu]$ et en introduisant, à titre correctif, un facteur de proportionnalité en réalité superflu, devient une conséquence logique de l'équivalence de l'énergie et de la masse.

Les équations (5) et (6) permettent enfin de réduire le nombre des dimensions fondamentales $(n - k)$ de 3 à 2 en mécanique, et de 4 à 2 en électri-

(1) Voir notamment les travaux de Dee, Cambridge.

cité (étant donné que $c = 1$, et que $\varkappa_r$ et μ_r ne sont plus que des facteurs numériques) et de les baser uniquement sur les propriétés des ondes électromagnétiques.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Les niveaux du neutron* [1].

Note de M. **Émile Sevin**, présentée par M. Ernest Esclangon.

La dynamique d'un électron, dans un champ de forces, présente d'importantes particularités lorsque cette particule est animée d'une très grande vitesse. Désignons par F la force due à l'intervention du champ et par q l'angle de la direction de la vitesse v avec celle de la force en cause. Compte tenu de l'expression de la masse transversale et de celle de la masse longitudinale, on peut aisément calculer l'accélération de l'électron ; cette accélération comporte deux composantes,

$$\mathrm{F}\frac{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_0}\left[\sin^2 q+\cos^2 q\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\right],$$

$$-\mathrm{F}\frac{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_0}\frac{v^2}{c^2}\sin q\cos q,$$

la première est orientée suivant la direction de la force et la seconde, qui est perpendiculaire à celle-ci, doit être mesurée dans le sens direct.

Tant que le rapport v/c est petit, la seconde composante est elle-même très petite ; mais, quand v se trouve être de l'ordre de grandeur de c, les deux composantes sont également du même ordre de grandeur. Écrivons la condition qui devrait être satisfaite pour que l'accélération fût normale à la vitesse :

$$\frac{\mathrm{F}\frac{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_0}\left[\sin^2 q+\cos^2 q\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\right]}{\sin q}=\frac{\mathrm{F}\frac{\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_0}\frac{v^2}{c^2}\sin q\cos q}{\cos q},$$

d'où

$$1-\frac{v^2}{c^2}=0.$$

Il en résulte qu'à la limite, si v pouvait atteindre exactement la vitesse

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1744.

de la lumière, l'électron serait assujetti à conserver une vitesse invariable sur sa trajectoire, quel que soit le champ dans lequel son mouvement s'effectuerait.

Mais cette condition se trouve rigoureusement réalisée dans la liaison d'un électron et d'un proton qui constitue le neutron; nous savons en effet que, dans cette liaison, la particule, dont l'action est équivalente à celle de l'électron et du proton, se meut avec la vitesse de la lumière, que sa masse au repos M_0 est nulle, que sa masse transversale $M_0/\sqrt{1-B^2}$ a une grandeur finie bien déterminée et que, par suite, sa masse longitudinale est infinie. Il faut en conclure que, lorsque le neutron absorbe de l'énergie à partir de sa trajectoire fondamentale, ladite particule décrit une spirale avec la vitesse de la lumière, que les vitesses v et v' ne sont pas modifiées, qu'il en est de même du rapport $k = r/r'$, alors que, bien entendu, la somme $r + r'$ augmente. Il y a donc conservation de l'énergie cinétique; quant à l'énergie potentielle, qui est négative, elle diminue en valeur absolue et sa variation mesure l'augmentation de l'énergie du système.

Or nous avons calculé la grandeur de l'énergie potentielle initiale (1); elle vaut $-9,717 m_0 c^2$ et, lorsque l'électron et le proton se sont écartés à une distance suffisante l'un de l'autre, elle a disparu en très grande partie. Il en résulte que la masse du neutron peut être comprise dans l'intervalle limité par les nombres

1,00[illegible] et 1,01[illegible]

Recherchons si, dans cet intervalle, il se présente des paliers remarquables au point de vue quantique et, pour cela, exprimons comme suit le moment cinétique correspondant au niveau fondamental

$$G_1^q = \frac{\overline{M}_0 c}{\sqrt{1-B^2}}\, r\left(1+\frac{1}{k}\right) = \frac{\overline{M}_0 c}{\sqrt{1-B^2}}\,\frac{3}{4}\rho\left(1+\frac{1}{k}\right)\sqrt{1-\frac{r'}{r}}$$
$$= \frac{h}{2\pi}\,\frac{3}{4}\,\frac{4\pi\rho}{cT}\left(1+\frac{1}{k}\right)\sqrt{4\times 0,0053}.$$

Toutes les grandeurs qui interviennent dans cette formule sont des grandeurs quantiques, à l'exception du nombre 0,0053 qui, toutefois, est de l'ordre de $1/137 = 0,0073$. Il s'ensuit que, pour définir des niveaux parfaitement quantifiés, il convient de remplacer 0,0053 par 1/137 et d'écrire

$$(21)\qquad G_1^q = \frac{nh}{2\pi}\,\frac{3}{4}\,\frac{4\pi\rho}{cT}\left(1+\frac{1}{k}\right)\sqrt{4\times\frac{1}{137}} = \frac{nh}{2\pi}\,\frac{9}{4}\,\frac{2\pi\sqrt{3}\rho\rho'}{cT}\left(1+\frac{1}{k}\right).$$

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1746.

Dès lors, en faisant successivement $n = 1, 2, 3, \ldots$, on trouve, pour les masses et les distances $r + r'$, les résultats ci-dessous :

$n=1$	$n=2$	$n=3$	...	n infini
1,00784	1,01012	1,01085	...	1,01235
$3,31 \times 10^{-14}$ cm	$6,62 \times 10^{-14}$ cm	$9,93 \times 10^{-14}$ cm	...	infini

On obtient ainsi une complète interprétation des faits révélés par l'expérience : la masse en rapport avec $n = 1$ apparaît couramment et M. Chadwick l'avait évaluée aux environs de 1,008 ; quant à celle qui correspond à $n = 2$, elle s'est manifestée en particulier dans des expériences de M. et Mme Joliot, qui l'avait estimée sensiblement à 1,01.

On remarquera enfin qu'à tous les niveaux du neutron, comme à ceux de l'hydrogène, le mouvement de la particule de masse M_0 obéit simultanément et rigoureusement aux principes de Maupertuis et de Fermat.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'émission moléculaires de quelques sels métalliques.* Note de M. **Pierre Mesnage**, présentée par M. Aimé Cotton.

Je me suis proposé d'appliquer à l'émission des spectres moléculaires des sels métalliques la décharge sans électrodes en haute fréquence. L'oscillateur de 13^m de longueur d'onde, à deux lampes de 150 watts montées en push-pull, a pour self de plaque une bobine de 9 spires de 6^{cm} de diamètre contenant suivant son axe le tube de quartz de 15^{cm} de long sur 3 de diamètre, où le sel anhydre pulvérisé est placé. Pour le vaporiser on chauffe le tube au chalumeau.

Quand on fait le vide sur le sel pour la première fois, la décharge s'amorce spontanément quand on fait osciller le poste : elle est due à des produits volatils ou à des gaz occlus qui disparaissent après quelque temps de pompage et de décharge. Alors, pour la plupart des sels, la décharge ne peut pas se rallumer quelle que soit la pression, c'est-à-dire que le champ de haute fréquence n'est pas capable à lui seul d'ioniser la vapeur saline. Si l'on fait alors entrer un peu d'argon ou de néon dans le tube, la décharge s'allume : en chauffant, le spectre du sel remplace celui du gaz rare et l'on peut pomper celui-ci sans éteindre la décharge.

Le spectre émis dépend de la pression. Dans ce montage elle ne peut être évaluée que grossièrement : quand elle est basse (moins de 1/10 de millimètre) on a surtout le spectre du métal ; quand elle est plus haute

(1 à 2^{mm}) les bandes se développent et les raies diminuent en nombre et en intensité. Des expériences avec des dispersions de 10 à 20 angströms par millimètre sur des sels variés choisis pour leur assez grande volatilité, sont encore en cours, et les premiers résultats rapportés ici sont relatifs au *chlorure d'argent*, au *chlorure de zinc* et au *chlorure de nickel*.

Un système de bandes intenses du *chlorure d'argent* dont l'origine est à 3166 Å est bien connu en *absorption* [1]; il est obtenu ici en *émission* avec un développement au moins égal des divers niveaux de vibration. D'autres bandes apparaissent, toutes dégradées vers le rouge, les unes dans le visible : 4608, 4560, 4509, 4427, 4390, 4326, 4299, 4199 Å, les autres dans l'ultraviolet : 2822, 2806, 2802, 2791, 2780, 2778, 2775, 2764 Å. Leur origine ne m'est pas actuellement connue.

A faible pression le *chlorure de zinc* émet un spectre qui contient les raies du zinc et celles du chlore. Sous une pression plus élevée le spectre du chlore disparaît, la raie d'arc 4526 se voyant seule faiblement (il en est de même pour tous les chlorures que j'ai examinés); il reste le spectre d'arc du zinc qui présente un renforcement remarquable de la raie 3076 égalant à peu près en intensité les raies du triplet bleu. On observe en outre un spectre très étendu [2] qui commence certainement au-delà du rouge accessible aux plaques panchromatiques simples, et s'affaiblit dans l'ultraviolet à partir de 3600 Å pour devenir complètement indistinct vers 3400. Ce spectre paraît cannelé : il se compose d'un grand nombre de groupes de bandes, et sa structure très complexe dans le visible se simplifie à partir de 4400 Å : les groupes, d'abord à peu près symétriques (4400-4170) deviennent de plus en plus distinctement dégradés vers le rouge (4170-3700) puis de nouveau symétriques et au delà indistincts. Beaucoup d'entre eux apparaissent résolus en bandes fines, mais la dispersion actuelle ne permet pas d'étudier utilement cette structure. De 4391 à 3620 Å 28 maxima ont été mesurés : leurs écarts en fréquence augmentant en moyenne de 1.4 cm^{-1} d'un intervalle au suivant : moyenne des cinq premiers 166 cm^{-1}; moyenne des cinq derniers 203 cm^{-1}. Ce spectre appartient peut-être à la molécule $ZnCl^2$.

---

(1) Brice, *Phys. Rev.*, 35, 1930, p. 960. Cet auteur a aperçu les bandes les plus intenses en émission au moyen d'une décharge dans l'hydrogène avec une cathode recouverte de AgCl fondu.

(2) Wieland (*Helv. Phys. Acta*, 2, 1929, p. 46) a probablement vu ce spectre, mais n'y a décrit aucune structure.

Le *chlorure de nickel* émet un spectre complexe où l'on distingue le spectre d'arc du nickel et un grand nombre de bandes dans le visible. Les plus intenses qu'il semble naturel d'attribuer à la molécule diatomique NiCl sont dégradées vers le rouge : 4081,5 (3,0), 4146,0 (2,0), 4215,9 (1,0), 4284,4 (0,0), 4399,1 (2,1), 4480,2 (1,1), 4562,9 (0,1). (Les nombres indiqués après chaque longueur d'onde représentent un classement provisoire).

Les autres bandes sont plus confuses : la plupart sont groupées en séquences avec des intervalles constants en fréquence, mais les séquences ne paraissent pas entrer dans un système unique et les bandes sont d'aspect varié. Les plus nettes sont : 4095,8, 4100,1, 04,8, 09,3 (intervalle moyen 26,7 cm^{-1}); 4305,4, 09,3, 13,6, 18,3, 22,9 (intervalle moyen 23,5 cm^{-1}) composées de bandes très courtes à aspect de raies probablement dégradées vers le rouge; et : 4512,8, 20,0, 26,4, 33,4, 42,7 (intervalle moyen 36,5 cm), bandes distinctement dégradées vers le rouge.

Dans tous ces cas, l'emploi d'une grande dispersion permettrait sans doute de préciser nos connaissances sur ces bandes.

SPECTROSCOPIE. — *Excitation des bandes de Végard-Kaplan par bombardement électronique d'un mélange d'argon et d'azote.* Note de M. **René Bernard**, présentée par M. Charles Fabry.

Dans le but de préciser l'origine et de rechercher les conditions d'excitation de la lumière du ciel nocturne, j'ai étudié systématiquement la luminosité produite par une décharge électronique dans un mélange d'argon et d'air.

Le dispositif expérimental comprend une triode dont la grille est reliée à la plaque; une pompe à diffusion permet de faire un excellent vide et deux pièges à air liquide servent à éliminer la vapeur de mercure; les ballons contenant les gaz à mélanger sont soudés sur l'installation.

Dans cette première série d'expériences j'ai appliqué à la plaque de la triode un potentiel compris entre 15 et 20 volts de façon à rester toujours en dessous du potentiel d'excitation du spectre AII.

La pression totale du mélange est généralement comprise entre $0^{mm},1$ et $0^{mm},6$ de mercure. La pression partielle de l'azote dans le mélange variait de 1/10 à 1/100 000 de la pression totale. Dans ces conditions, avec des poses de quelques minutes, on obtient des clichés bien détaillés contenant

outre les raies de AI un nombre considérable de raies et bandes d'émission d'origine étrangère.

Il existe une analogie frappante entre l'ensemble de ce spectre et celui du ciel nocturne, analogie qui s'explique facilement par la présence sur mes clichés des bandes de Vegard-Kaplan récemment retrouvées dans la lumière du ciel nocturne par MM. J. Cabannes et J. Dufay (1).

Jusqu'ici ces bandes, découvertes par Vegard (2) dans des mélanges d'azote et d'argon solides, avaient été observées également dans l'ultraviolet par Kaplan (3) qui put mesurer les premiers termes de 2300 Å à 3400 Å. C'est donc la première fois qu'elles sont observées de façon précise dans la région 3500-5500 Å en partant d'un mélange gazeux.

Le tableau suivant représente l'ensemble des nouvelles bandes mesurées sur mes clichés avec leurs intensités relatives figurées par un chiffre de 0 à 8.

v'.	v'' = 10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
0.....	3602,9	3889,0	4219,4	4605,0	5060,7	–	–	–	–
	3603,0(4)	3889,2(4)	4219 (1)	4605,4(2)	5060 (4)	–	–	–	–
1.....	–	3683,7	3978,8	4319,9	4718,5	–	–	–	–
	–	3683,5(2)	3979,1(3)	4319,8(2)	4718,5(2)	–	–	–	–
2.....	–	3502,4	3768,2	4072,7	4425,2	4837,6	5326,6	–	–
	–	3502,7(3)	3767,9(1)	4072,5(3)	AI	4837 (8)	5326 (0)	–	–
3.....	–	–	3582,0	3856,4	4171,0	4535,4	4962,5	–	–
	–	–	3582,2(2)	3854,7(3)	4171,2(4)	4534,5(5)	4960 (2)	–	–
4.....	–	–	–	3665,6	3948,7	4273,9	4651,1	–	–
	–	–	–	3664,5(1)	AI	AI	4649,7(4)	–	–
5.....	–	–	–	–	3750	4045,4	–	–	–
	–	–	–	–	3749,8(1)	AI	–	–	–
					Bandes de Vegard-Kaplan.				
6.....	–	–	–	–	–	–	4147,4	4495,1	–
	–	–	–	–	–	–	4144 (2)	4494,6(1)	–
7.....	–	–	–	–	–	–	3939,9	4253,1	4614,2
	–	–	–	–	–	–	3940,3(4)	AI	4616,5(3)

J'ai également fait figurer dans ce tableau la longueur d'onde calculée pour les différents termes au moyen de la formule de Herzberg modifiée comme le proposent MM. Cabannes et Dufay en diminuant de 21 cm^{-1} le

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1504.
(2) *Zeitschrift für Physik*, 75, 1932, p. 30.
(3) *Physical Review*, 45, 1934, p. 671.

terme constant; leur fréquence en cm^{-1} est alors représentée par

$$\nu = 49953{,}4 + (1446{,}46v' - 13{,}93v'^2) - (2345v'' - 14{,}445v''^2).$$

On constate en effet un bien meilleur accord entre les valeurs expérimentales et celles ainsi obtenues.

Ce tableau met en évidence la prédominance des bandes A → X appartenant aux suites $v'' - v' = 10, 11, 12, 13$ et, malgré quelques coïncidences malheureuses avec certaines raies intenses de AI, l'ensemble des termes compris dans le domaine spectral étudié se trouve bien représenté.

Sur les enregistrements microphotométriques les termes les plus intenses apparaissent nettement comme des bandes dégradées vers le rouge et la plupart du temps à tête double.

Deux faits précis renforcent encore singulièrement l'hypothèse faite au sujet de l'origine de ce spectre :

a. La présence du premier groupe positif de l'azote, largement représenté sur les clichés étudiés, prouve l'existence de molécules d'azote dans l'état métastable, niveau d'origine de ces bandes.

b. Lorsque la pression partielle de l'azote passe de 1/30 à 1/100000 de millimètre de mercure, on voit disparaître progressivement les bandes du deuxième groupe positif de l'azote, tandis que l'intensité des bandes de Vegard-Kaplan augmente. On peut essayer d'expliquer cette influence par le fait que les chocs entre molécules d'azote se font de plus en plus rares à mesure que la pression diminue, augmentant ainsi les chances d'un retour à l'état stable avec émission des bandes A → X par un processus où la présence des atomes d'argon joue sûrement un rôle important.

PHOTOGRAPHIE. — *Action de solutions aqueuses sur des images latentes photographiques d'âges différents*. Note de M. **Casimir Jausseran**, présentée par M. Charles Fabry.

Lorsqu'on effectue, en des points distincts d'une même plaque photographique, deux impressions identiques à des instants différents, les plages correspondantes du cliché définitif ont des densités inégales, par suite de l'évolution de l'image latente après l'exposition. L'accroissement de densité observé, en passant d'une pose récente à une pose ancienne, dépend du logarithme du rapport des âges de l'image latente au début du développement et lui est proportionnel, au moins dans les premières heures qui suivent

l'exposition. Pour deux poses faites avec un intervalle de temps déterminé, cet accroissement est donc d'autant plus faible que l'époque du développement est plus éloignée des époques d'exposition. Le traitement de la plaque impressionnée par diverses solutions aqueuses modifie d'une manière importante ce dernier aspect du phénomène.

J'ai étudié l'action continue de l'eau distillée et de solutions de carbonate ou de sulfite de sodium, sous des concentrations analogues à celles employées dans les révélateurs ainsi que l'action ménagée d'un désensibilisateur (écarlate basique n° III).

Si le commencement du traitement ne précède pas de plus d'une heure celui du développement, toutes ces solutions se comportent, en première approximation, comme si elles arrêtaient l'évolution, l'image latente demeurant ensuite dans l'état où elle se trouvait au début de l'action du liquide étudié. On peut s'en rendre compte sur le tableau ci-dessous, qui résume l'expérience suivante : A l'époque zéro on fait des poses simultanées sur deux morceaux de la même plaque, chacune comprenant des éclairements en progression géométrique de raison 1,6 (pose I). On recommence la même opération sur les deux clichés aux époques 35 minutes et 7 heures (poses II et III). Une demi-minute après cette dernière exposition, on place un des morceaux dans l'eau distillée : on l'y laissera jusqu'au début du développement. A l'époque 7 heures 35 minutes on effectue une dernière pose sur le morceau témoin, resté seul en châssis (pose IV); une demi-minute plus tard, on développe simultanément les deux plaques.

Sur le morceau traité, les poses I et III ont comme âges respectifs :

1° au début du traitement 7 heures et 0,5 minute.

2° au début du développement 7 heures 35 minutes et 35,5 minutes. Elles sont comparables sur le morceau témoin, soit :

1° aux poses II et IV, âgées au début du développement de 7 heures 35 minutes et de 35,5 minutes, soit

2° aux poses I et III dont les âges, au même instant, sont au contraire 7 heures et 0,5 minute.

J'ai inscrit sur la première ligne du tableau les différences entre les densités des deux plages correspondantes de la pose I et de la pose III du cliché traité; chaque colonne se rapporte à un des éclairements utilisés. Les deux autres lignes donnent les mêmes différences, soit pour les poses II et IV du cliché témoin (ligne 2), soit pour les poses I et III du même cliché (ligne 3). En l'absence de traitement les nombres de la première ligne

seraient identiques à ceux de la troisième, l'action de l'eau les rend égaux à ceux de la deuxième ligne :

Ages des poses au début du traitement.	Ages des poses au début du développement.	Différences de densités.						
7 h. et 0,5 min.	7 h. 35 et 35,5 min.	0,08	0,15	0,17	0,18	0,20	0,15	0,10
Cliché témoin...	7 h. et 0,5 min.	0,06	0,11	0,17	0,20	0,16	0,11	0,11
Cliché témoin...	7 h. 35 et 35,5 min.	0,02	0,03	0,09	0,11	0,09	0,05	0,02

Les résultats sont tout à fait analogues pour une solution de carbonate de sodium agissant d'une manière continue ou pour un traitement d'une demi-minute à l'écarlate basique au 5000e.

J'ai vérifié par un autre type d'expériences la conclusion précédente. A deux époques différentes j'expose simultanément trois clichés derrière un coin photométrique. Immédiatement après la dernière pose, je les place dans un des liquides étudiés, du sulfite de sodium par exemple. Je les retire pour les développer à des époques différentes pour chacun d'eux. Pour un même éclairement, la différence de densité entre les deux poses est la même sur les trois clichés : autrement dit, cette différence est devenue, par suite du traitement subi, indépendante de l'époque du développement.

Lorsque l'intervalle de temps compris entre le début du traitement et celui du développement devient plus considérable, l'action des solutions étudiées ne peut plus s'assimiler à un arrêt complet de l'évolution. Dans le cas de l'eau et des solutions salines, les variations de densité observées sont moins considérables que ne l'exigerait cette hypothèse : l'évolution continue à une allure ralentie pendant le traitement; dans le cas du désensibilisateur, elles sont au contraire plus considérables on pourrait dire que l'évolution rétrograde légèrement.

Les expériences que je viens de résumer indiquent, d'une part, que sur une plaque non traitée l'image latente cesse à peu près d'évoluer dès qu'elle est plongée dans le révélateur; elles mettent d'autre part en évidence une dissemblance entre des images d'âges inégaux qui pourrait être rapprochée de celle constatée par P. Villard (1) entre deux images obtenues l'une par action de la lumière, l'autre par action des rayons X.

(1) P. Villard, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 352.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur des éléments radioactifs formés lors de l'irradiation du thorium par les neutrons.* Note de Mme **Irène Curie** et MM. **Hans von Halban jun.** et **Pierre Preiswerk**, présentée par M. Jean Perrin.

On a vu ([1]) que, lors de l'irradiation du thorium par les neutrons, il se forme au moins quatre radioéléments nouveaux : un isotope du thorium, de période 25 minutes, deux isotopes de l'actinium, de période environ 15 minutes et 3 heures 30 minutes et un corps, de période environ 1 minute .

Les expériences ci-dessous permettent d'identifier ce dernier comme un isotope du radium :

Dans une solution contenant le thorium irradié par les neutrons et additionnée de La, Ba et Zr, on verse de l'ammoniaque en excès; dans le filtrat, on précipite le baryum par l'acide sulfurique. On a réussi à effectuer la mise en solution du thorium et ces deux précipitations assez rapidement pour placer le précipité de sulfate de baryum sur le compteur 2 minutes après la fin de l'irradiation du thorium. On a constaté que ce précipité entraîne l'activité de période 1 minute.

Il est donc très probable que cet élément est un isotope du radium formé d'après la réaction

$$^{232}_{90}\mathrm{Th} + {}^{1}_{0}n = {}^{229}_{88}\mathrm{A} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}.$$

De cet isotrope du radium doit dériver l'un ou l'autre des radioéléments de période 15 minutes et 3 heures 30 minutes que nous avons identifié comme isotopes de l'actinium.

D'autre part, nous avons pu mettre en évidence, dans le thorium irradié par les neutrons, un nouvel élément de période de 2 à 3 minutes, isotope du protactinium.

D'une solution fortement chlorhydrique contenant le thorium irradié et additionnée de La, Ba, Zr, la précipitation de Zr par l'acide phosphorique entraîne une activité qui décroît avec une période de 2,5 minutes; cette activité appartient donc très probablement à un isotope de Pa.

Pour voir si cet élément dérive du radioélément de période 25 minutes isotope du Th, nous avons précipité par H^2O^2 le thorium (irradié pendant 1 heure) en présence de Ba et La. Le précipité est dissous dans HCl

---

([1]) *Comptes rendus,* 200, 1935, p. 1841.

(à 20 pour 100); on ajoute Zr et l'on précipite par l'acide phosphorique. Le précipité entraîne une activité qui décroît en 2,5 minutes environ.

La séparation du corps de période 2,5 minutes ayant été faite 15 minutes après la fin de l'irradiation, il n'a pas pu être produit directement par les neutrons; c'est forcément un dérivé d'un autre radioélément de période plus longue, très probablement de l'isotope du thorium de période 25 minutes.

Ces expériences mettent donc, pour la première fois, en évidence, d'une façon certaine, la production artificielle de deux corps radioactifs dérivant l'un de l'autre.

Les réactions nucléaires probables sont :

$$^{232}_{90}\mathrm{Th} + ^{1}_{0}n = ^{233}_{90}\mathrm{A}\quad ^{233}_{90}\mathrm{A} \xrightarrow[\beta]{\text{25 min.}} ^{233}_{91}\mathrm{A} \xrightarrow[\beta]{\text{2,5 min.}} ^{233}_{92}\mathrm{A} \underset{\alpha}{\rightarrow}$$

S'il existe dans la nature en proportion minime une famille radioactive naturelle (*loc. cit.*) composée de radioéléments de poids atomique $4n+1$, les corps $^{233}_{90}\mathrm{A}$ (période 25 minutes) et $^{233}_{91}\mathrm{A}$ (période 2,5 minutes) font tous deux partie de cette famille.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'acide fluorhydrique.*
Note de M. **Henri Muller**, présentée par M. Georges Urbain.

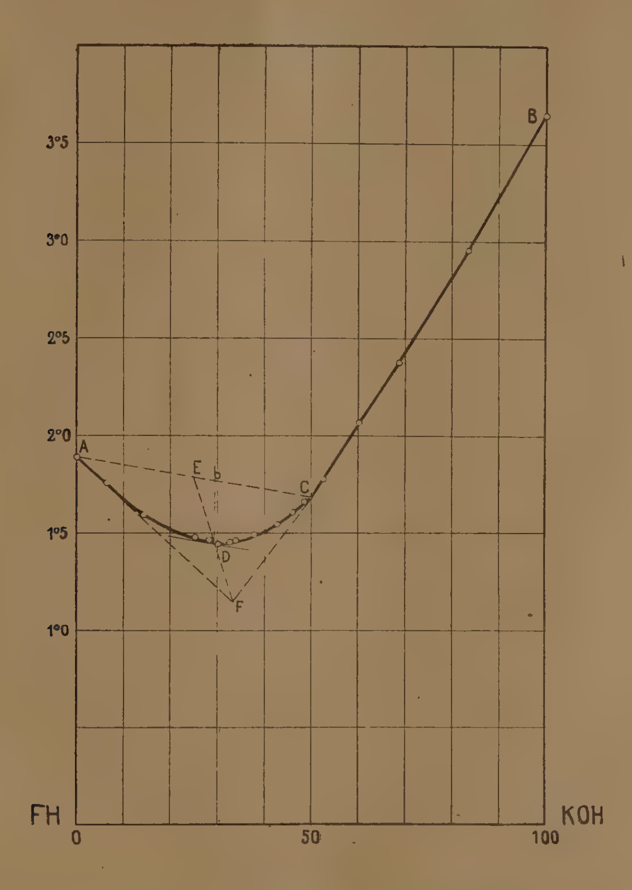
Poursuivant l'application de la méthode de l'abaissement des points d'eutexie (1) nous avons étudié l'acide fluorhydrique, acide dont la formule a été souvent discutée.

On a utilisé l'eutectique glace + nitrate de potassium dont la constante est de 16,5; les récipients et le thermomètre étaient paraffinés après chaque mesure. La courbe des abaissements moléculaires (K) en fonction de la concentration (p) est normale : elle se confond pratiquement avec une droite. L'abaissement moléculaire à l'origine, K_0, est 16,7 ou 33,4 suivant que l'on exprime K à l'aide de la formule la plus simple possible, FH, ou de la formule double F^2H^2. Comme, d'après les valeurs de la conductibilité électrique, l'acide fluorhydrique est faiblement dissocié, son K_0 doit

(1) E. Cornec et H. Muller, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1735; H. Muller, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 240; **196**, 1933, p. 1109; **197**, 1933, p. 241; **198**, 1934, p. 1774; **200**, 1935, p. 1391.

être voisin de la constante 16,5 (1); on doit donc rejeter la formule double ou toute formule multiple, seule la formule simple FH est acceptable.

Les résultats obtenus avec le fluorure neutre de potassium s'accordent avec la formule FK ($K_0 = 16{,}5$; un ion, F^-, différent des ions contenus



dans le sel de fond, NO^3K); ils sont incompatibles avec une formule multiple de FK.

Le fluorure acide de potassium donne, contrairement à l'acide et au sel neutre, une courbe $K = f(p)$ fortement incurvée montrant une diminution rapide de K lorsque p augmente. Nous attribuons l'anomalie à l'intervention d'ions complexes. Le fluorure acide $[F^2H]K$ est complètement dissocié en ions K^+ et $[F^2H]^-$, ces derniers se dissocient partiellement en [FH] et F^-. Par dilution cette seconde dissociation augmente et, à la limite, l'abaisse-

(1) H. Muller, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 240.

ment moléculaire, sensiblement 33, correspond bien à un mélange d'acide et de sel neutre.

Nous avons enfin suivi l'action de la potasse sur l'acide fluorhydrique par la méthode cryoscopique de E. Cornec ([1]). La figure correspond au cas où les solutions équimoléculaires d'acide et de base renferment 0,976 mol.-g. au litre; on a porté en abscisses les compositions en volumes et en ordonnées les abaissements cryoscopiques.

Dans le cas d'un simple phénomène de neutralisation la courbe serait presque linéaire non seulement entre le sel neutre, C, et la base, B, mais aussi entre l'acide, A, et le sel neutre. La courbure de la partie ADC met en évidence une réaction limitée entre l'acide et le sel neutre. Si cette réaction de formation du fluorure acide était complète on aurait obtenu une ligne voisine de AFC ([2]).

En utilisant des solutions équimoléculaires moins concentrées, la courbure de ADC diminue et la brisure, C, caractérisant le sel neutre s'accentue.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Formation spontanée d'agrégats ordonnés dans les sols contenant des particules non sphériques*. Note de M. **Wilfried Heller**, présentée par M. Aimé Cotton.

Dans les sols dont les cristallicules colloïdaux ont la forme de tablettes ou de bâtonnets, il y a dans certains cas une formation d'un « taktosol ». On désigne ainsi la phase anisotrope qui peut se former spontanément dans ces sols et dans laquelle les particules primaires se fixent mutuellement, tout en sauvegardant une mobilité restreinte sur une sorte de réseau dont la symétrie rappelle, jusqu'à un certain point, celle des phases mésomorphes. Ces taktosols contiennent des éléments indépendants les uns des autres et dont la forme est très caractéristique. On les appelle des taktoïdes. On peut les considérer comme des agrégats très ordonnés des particules primaires si l'on veut encore appliquer le mot *agrégat* dans ce cas où les cristallicules gardent entre eux une distance qui peut atteindre ou même dépasser une longueur d'onde.

Nous avons observé qu'il y a encore d'autres espèces d'agrégations anisotropes dans certains sols. Mais il ne s'agit pas alors des agrégats du type

---

([1]) E. Cornec, *Ann. Chim. Phys.*, 29, 1913, p. 490.

([2]) La positon de F est déterminée par l'intersection des droites $x = 33,3$ et ED; E milieu de AC; D point pour lequel l'écart cryoscopique bD est maximum.

des taktoïdes, mais plutôt de groupements anisotropes des agrégats élémentaires. Leur formation n'est possible que si ces agrégats élémentaires sont eux-mêmes anisotropes, au moins dans leur forme. Nous avons déjà décrit les *gels plissés* (¹), qu'on obtient dans les sols d'oxyde de fer très stables, par une coagulation très lente par un électrolyte, et qui donnent à l'ensemble du précipité un aspect strié. Nous y ajoutons une deuxième espèce dont l'anisotropie est encore bien supérieure, de groupements d'agrégats. Nous les avons trouvés à deux reprises dans des sols d'oxyde de fer coagulés mécaniquement : il s'agissait des sols très difficiles à coaguler mécaniquement (²). Dans ces conditions il s'y forme très peu d'agrégats très fins et qui sont pourvus d'une anisotropie considérable de la structure et de la forme, qu'on ne pourrait obtenir par aucun autre procédé. On observe alors, en effet, après quelque temps au fond des récipients (tubes à essais) un dépôt mince d'une structure très régulière ayant la forme d'une houppe.

Si l'on regarde à travers cette structure transparente en employant un microscope polarisant, en nicols croisés, on remarque qu'elle est fortement biréfringente et qu'elle donne un croix noire qui tourne avec les nicols. C'est bien le dépôt, qui est biréfringent; car les tubes à essais vides employés ne donnaient rien de semblable et ne montraient au fond aucune strie. D'autre part, l'épaisseur du dépôt en question peut atteindre quelques dizièmes de millimètres. C'est pourquoi, si ce sont des stries rayonnantes invisibles du verre qui ont provoqué le caractère de structure du dépôt, ces stries auraient simplement servi d'amorces. Car l'orientation des agrégats à travers toute l'épaisseur du dépôt ne se comprend que comme effet des forces interparticulaires. Ce sont ces forces également qui provoquent l'orientation des particules dans les taktoïdes.

Si l'on détruit ces structures par agitation, elles se forment de nouveau au cours d'une journée. Mais si l'on ajoute très peu d'électrolyte, pas assez pour que celui-ci augmente le degré de la coagulation, elles ne se forment plus; on obtient alors plutôt un sédiment tout à fait homogène et isotrope, quoique les agrégats élémentaires n'aient pas changé visiblement de caractère. Car les sols montrent toujours une forte biréfringence par écoulement et un chatoiement brillant. Tout cela rappelle les propriétés de certains taktoïdes.

(¹) *Koll. Zeitschr.*, 50, 1930, p. 125.
(²) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1776.

Nos structures s'apparentent quelque peu avec les structures des gels décrites par P. Bary (1). Mais elles n'ont au fond rien de commun avec ces dernières. Car les structures de Bary, qui sont du genre des structures de gels bien étudiées par G. Quincke (2) ne se forment qu'au cours de la dessiccation des sols et sont probablement explicables par les tensions intérieures qui existent pendant cette dessiccation.

Nos structures au contraire ne se forment qu'à l'intérieur de la liqueur et s'anéantissent complètement si au-dessus du dépôt la liqueur s'évapore.

CHIMIE MINÉRALE. — *Complexité de la réaction entre l'ozone et l'iodure de potassium.* Note de MM. **Jules Guéron** et **Marcel Prettre**, présentée par M. Charles Fabry.

On représente habituellement l'action de l'ozone sur l'iodure de potassium par l'équation

$$2I^- + O^3 + H^2O = O^2 + I^2 + 2OH^- \qquad (1)$$

Cette réaction est la base d'un dosage de l'ozone, exact seulement si la solution d'iodure de potassium est tamponnée au voisinage de pH 7. Cette technique a été établie par Juliard et Silberschatz (3) en comparant l'oxydation de l'iodure et la décomposition thermique de l'ozone. Si la solution est alcaline, ou non tamponnée, on a un déficit d'iode (2 à 5 pour 100) attribué à une décomposition catalytique de l'ozone par les ions OH^- [voir aussi Weiss (4)]; en solution acide, on a un excès d'iode (jusqu'à 30 pour 100).

Nous allons montrer que si, en solution neutre tamponnée, l'équation (1) est conforme au bilan de la réaction, elle est loin d'en représenter le mécanisme.

Juliard et Silberschatz titrent l'iode libéré par une solution de thiosulfate après avoir ajouté une quantité appréciable d'acide sulfurique. Or l'iode se titre parfaitement au thiosulfate en solution neutre. Dans une série d'expériences, où l'oxydation s'effectuait en récipient clos ou en courant gazeux, nous nous sommes attachés à exécuter le

(1) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1540.
(2) *Ann. Phys.*, 4e série, **9**, 1902, p. 969; **15**, 1904, p. 28.
(3) *Bull. Soc. chim. Belge*, **37**, 1928, p. 205.
(4) *Trans. Far. Soc.*, **31**, 1935, p. 668.

titrage d'abord en milieu neutre, puis après addition d'acide. Ce procédé simple donne les résultats suivants :

1° L'acidification entraîne toujours la mise en liberté d'une quantité d'iode supplémentaire. Ceci implique que l'ozone, agissant sur IK dissous dans un tampon aux phosphates de pH 6,8, donne non seulement de l'iode libre, mais un dérivé oxygéné de cet élément, dérivé que nous prouverons être un iodate (¹).

2° Le pouvoir oxydant total, déterminé en deux temps ou en acidifiant de prime abord, est constant. Il est indépendant de la concentration en iodure et de la proportion d'iodate formé.

3° Celle-ci, pour un même oxygène ozonisé et une même solution, peut varier considérablement : dans deux expériences parallèles, la fraction du pouvoir oxydant total libérée par addition d'acide est 60 pour 100 dans un cas, 22 pour 100 dans l'autre.

Pour rendre compte de cette formation d'iodate, on est amené à envisager les hypothèses suivantes :

A. *Action de l'iode libéré sur la solution de réactif.* — La réaction : $3\,I^2 + 6\,OH^- = 5\,I^- + IO^{3-} + 3\,H^2O$ ne peut être invoquée ici. Liévin (²) a montré qu'elle ne se produit pas dans une solution de phosphate disodique, donc, *a fortiori*, dans le mélange tampon utilisé : $PO^4Na^2H + PO^4NaH^2$. D'ailleurs, si, à une solution tamponnée d'iodure, on ajoute les quantités d'iode et de potasse que donnerait l'ozone [selon l'équation (1)] dans les conditions de nos essais, il ne se forme pas trace de composés susceptibles de libérer de l'iode par acidification.

B. *Oxydation par l'ozone de l'iode préalablement libéré.* — Cette hypothèse est à rejeter pour deux raisons : 1° dans ce cas le pouvoir oxydant du réactif acidulé serait plus élevé que ne l'exige l'équation (1), ce qui est contraire aux résultats de Juliard et Silberschatz; 2° si l'on fait agir l'ozone sur un mélange d'arsénite et d'iodure en solution tampon, il n'apparaît jamais d'iode libre. Cependant il se forme au moins autant d'iodate qu'en l'absence d'arsénite (³).

(¹) Nous avons vérifié qu'une solution d'iode dans IK, dans le même tampon, décolorée par le thiosulfate, ne se colore pas à nouveau par addition d'acide.

(²) O. Liévin, *Thèse*, Paris, 1923.

(³) Dans ces conditions de milieu, l'arsénite ne réduit pas l'iodate. Si donc, dans un tel réactif, on titre l'arsénite restant après action de l'ozone au moyen d'une liqueur d'iode, l'iodate formé échappe à la mesure. Le titrage correct s'effectue ainsi : on ajoute un excès connu d'une liqueur titrée d'iode, puis on dose en deux temps par le thiosulfate. On trouve alors une bonne concordance entre les résultats analytiques portant sur diverses prises d'un gaz ozonisé donné, quel que soit le réactif employé : IK à 20 pour 100, IK à 1 pour 100, arsénite N/50 dans IK à 1 pour 100 ou dans IK à 20 pour 100, toujours en solution tampon. Par contre, l'arsénite alcalin seul réagit très lentement.

Peut-être est-ce pour n'avoir pas vu cette formation d'iodate que E. Briner et H. Paillard (*Helv. Chim. Acta*, **18**, 1935, p. 234), ont été amenés à dire que les mélanges d'iodure et d'arsénite sont des réactifs de l'ozone d'autant plus mauvais que celui-ci est plus concentré ?

C. Il faut donc conclure que l'*iodate se forme en même temps que l'iode, par un processus indépendant*. La première réaction qui vient à l'esprit est : $I^- + O^3 = IO^{3-}$. Elle conduirait à un désaccord entre le dosage à l'iode et la décomposition thermique, le premier donnant des résultats trop forts. Pour tenir compte à la fois de l'accord de ces deux méthodes, de la présence d'iodate, et de la constance du pouvoir oxydant total, quelle que soit la proportion d'iodate, on doit admettre que la formation de celui-ci obéit à l'équation globale : $I^- + 3\,O^3 = I\,O^{3-} + 3\,O^2$. Cette équation ne saurait être qu'un bilan; la formation d'iodate est la conséquence d'une réaction primaire qui nous échappe.

La meilleure preuve de l'indépendance des deux processus, qui aboutissent l'un à la formation d'iode, l'autre à celle d'iodate, est donnée par la possibilité d'obtenir exclusivement ce dernier. Il suffit pour cela de faire agir de l'oxygène ozonisé (environ 5 pour 100 O^3) sur une solution concentrée d'iodure, en faisant arriver le gaz dans la solution à travers une plaque de verre fritté. La solution jaunit alors à peine; elle ne devient pas alcaline (quand l'iodure a été dissous dans l'eau et non dans la solution tampon); le pouvoir oxydant se manifeste presque exclusivement (99 pour 100) après acidification.

La réaction se passe au contact même de la plaque filtrante : en effet, par lavage de la face de cette plaque par laquelle arrive le gaz, on obtient une solution contenant un mélange d'iodure et d'iodate de potassium beaucoup plus riche en iodate que la solution traitée. Dans cette solution de rinçage, nous avons mis en évidence, par plusieurs réactions analytiques, la présence d'ions iodate.

En résumé, l'action de l'ozone sur l'iodure de potassium peut suivre deux chemins, l'un donnant de l'iode, l'autre un iodate et tous deux de l'oxygène. L'équation globale de réaction est la même dans les deux cas, après qu'on a détruit l'iodate par acidification. La formation d'iodate est d'autant plus importante que l'ozone et la solution d'iodure sont plus concentrés; c'est, à coup sûr, une réaction hétérogène, et elle procède seule lorsque gaz et solution de concentrations convenables réagissent en présence de verre fritté. En même temps, il y a, au contact du verre, une certaine décomposition catalytique de l'ozone sans qu'on puisse dire si ces deux processus hétérogènes sont ou non indépendants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers alcoyl- et arylsulfiniques*. Note de MM. **Pierre Carré** et **David Libermann**, présentée par M. Georges Urbain.

Les éthers alcoyl- et arylsulfiniques $R-S(=O)-OR'$ ont été obtenus jusqu'à présent à partir des acides ou des chlorures d'acides correspondants.

Les acides alcoylsulfiniques sont très peu stables, ce qui explique que deux éthers alcoylsulfiniques seulement, le *n*-butylsulfinate et l'isoamylsulfinate d'éthyle aient été préparés jusqu'ici (¹).

Les acides arysulfiniques sont plus stables que les acides alcoylsulfiniques et d'un accès plus facile, et l'on connaît déjà un certain nombre d'éthers arysulfiniques (²); cependant la préparation de ces éthers à partir de substances usuelles est encore assez longue.

Il nous a paru qu'il serait intéressant d'avoir une méthode plus simple et plus rapide pour la préparation des éthers alcoyl- et arylsulfiniques.

Nous avons réussi à obtenir très simplement ces éthers en faisant réagir les dérivés organo-magnésiens sur les chlorosulfites d'alcoyle, suivant :

$$R.MgCl + Cl - S(=O) - OR' = R - S(=O) - OR' + Cl^2Mg,$$

les chlorosulfites d'alcoyle s'obtenant eux-mêmes avec la plus grande facilité à partir des alcools et du chlorure de thionyle, ainsi que nous l'avons déjà montré (³).

On dissout 1^{mol} de chlorosulfite d'alcoyle dans 3^{vol} d'éther anhydre, on refroidit vers 0°, et l'on ajoute, goutte à goutte, $1^{mol},2$ de dérivé organo-magnésien. La réaction se produit avec un échauffement très notable; on décompose ensuite par une solution aqueuse glacée de chlorure d'ammonium, on décante la solution éthérée, on lave à l'eau, on sèche sur le sulfate de soude anhydre et l'on distille. Les premiers termes des éthers alcoylsulfiniques peuvent être distillés dans le vide sans décomposition et séparés des produits secondaires de la réaction (sulfinones, sulfures et sulfites d'alcoyle). Les éthers suivants ont été ainsi préparés avec d'assez bons rendements (40 à 60 pour 100 de la théorie), sauf l'éthylsulfinate d'éthyle pour lequel le rendement est médiocre (15 à 20 pour 100).

Éthylsulfinate d'éthyle, $Éb_{16} = 60°$. — *Éthylsulfinate de n-butyle*, $Éb_{13} = 90\text{-}92°$. *n-propylsulfinate d'éthyle*, $Éb_{13} = 69\text{-}71°$. — *n-butylsulfinate d'éthyle*, $Éb_{13} = 89\text{-}91°$. — *n-butylsulfinate de n-butyle*, $Éb_{13} = 112°$. — *n-octylsulfinate de n-butyle*, $Éb_{30} = 167\text{-}172°$, avec décomposition partielle.

Les éthers alcoylsulfiniques ainsi préparés sont des liquides incolores, possédant une odeur forte caractéristique, un peu alliacée, non désagréable, stables à l'air; nous n'avons pas observé leur oxydation rapide en alcoyl-

---

(¹) BRAUN et WEISSBACH, *Ber. dtsch. chem. Ges.*, 63, 1930, p. 2836.

(²) OTTO et RÖSSING, *Ber. dtsch. chem. Ges.*, 18, 1885, p. 2495; 26, 1893, p. 309. — TRŒGER et MEINE, *J. f. prakt. Chem.*, 2ᵉ série, 68, 1904, p. 319.

(³) P. CARRÉ et D. LIBERMANN, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 799; 196, 1933, p. 1419; *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 55, 1933, p. 1050.

sulfonates signalée par Braun et Weissbach (*loc. cit.*), cela tient peut-être à ce que les éthers ainsi obtenus sont isolés plus facilement à l'état de pureté.

Les éthers arylsulfiniques ne peuvent être distillés dans le vide sans décomposition, de sorte que l'on ne peut les obtenir à l'état de pureté.

En ajoutant $1^{mol},1$ de bromure de phényle-magnésium à la solution éthérée de 1^{mol} de chlorosulfite d'éthyle (et non l'inverse), on est bien conduit au phénylsulfinate d'éthyle d'Otto et Rössing (*loc. cit.*), mais cet éther est complètement décomposé par la chaleur, même dans le vide, en produits goudronneux. Sa présence a été confirmée par la réaction de deux autres molécules de dérivé organo-magnésien; après 2 heures de contact du phénylsulfinate d'éthyle avec 2^{mol} de bromure de phényle-magnésium, décomposition du complexe magnésien par l'acide chlorhydrique, et distillation de la solution éthérée, on obtient environ 2/3 de diphénylsulfinone, avec une petite quantité de sulfure de phényle et de chlorure de phényle.

La réaction du phénylsulfinate d'éthyle avec le bromure de phényle-magnésium donne donc principalement de la diphénylsulfinone suivant :

$$C^6H^5-S(=O)-OC^2H^5 + C^6H^5MgBr = (C^6H^5)^2SO + BrMgOC^2H^5,$$

ce qui est en accord avec les résultats obtenus par Grignard et Zorn (¹) et Strecker (²) dans la réaction du chlorure de thionyle avec le bromure de phényle-magnésium.

L'obtention simultanée d'une petite quantité de sulfure et de chlorure de phényle s'explique très probablement par le mécanisme suivant :

L'éther sulfinique réagirait d'abord avec 2^{mol} de bromure de phényle-magnésium, suivant :

$$C^6H^5-S(=O)-OC^2H^5 + 2C^6H^5MgBr = (C^6H^5)^3SOMgBr + C^2H^5OMgBr,$$

le complexe magnésien ainsi formé étant ensuite décomposé par l'acide chlorhydrique selon

$$(C^6H^5)^3SOMgBr + 2ClH = (C^6H^5)^2S + C^6H^5Cl + ClMgBr + H^2O,$$

plutôt qu'avec formation intermédiaire de chlorure de triphénylsulfonium $(C^6H^5)^3SCl$; ce dernier est bien décomposable par la chaleur en chlorure de phényle et sulfure de phényle, mais il est insoluble dans l'éther, et l'on peut difficilement admettre la présence de ses produits de décomposition parmi les substances provenant de la solution éthérée.

(¹) *Comptes rendus*, **150**, 1910, p. 1177.
(²) *Ber. Dtsch. chem. Ges.*, **43**, 1910, p. 1131.

Ces résultats rendent aussi très peu vraisemblable l'interprétation donnée par Oddo (1) de la présence du sulfure de phényle parmi les produits de la réaction du bromure de phényle-magnésium avec le chlorure de thionyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'éthylate de sodium sur les esters crotoniques γ-halogénés.* Note de M. **René Rambaud**, présentée par M. Robert Lespieau.

L'éthylate de sodium, en solution éthéro-alcoolique ou benzénique, réagit sur le γ-chloro-crotonate d'éthyle $CH^2Cl - CH = CH - COOC^2H^5$ non pas, comme on s'y attendrait, en substituant le radical éthoxy à l'halogène, mais en saturant la double liaison par une molécule d'alcool et en respectant le chlore. On aboutit (R = 25 pour 100) à un éthoxy-γ-chloro-butyrate d'éthyle (sans doute le β-éthoxy) :

(A). Éb. 108-108°,5 sous 20^{mm}; $d = 1,078$, $n = 1,436$ à 17°,5; R. M. calculé 47,17, théorie 47,32; P. M. cryoscopique 198, théorie 194,5; Cl pour 100 mesuré 18,0, théorie 18,2,

dont la saponification par la soude ne permet pas d'isoler l'acide mais seulement la lactone γ-hydroxy-butyrique éthoxylée (sans doute en β) :

Éb. 131°,5 sous 20^{mm}; $d = 1,115$, $n = 1,443$ à 18°; R. M. calculé 30,91, théorie 31,01; P. M. par neutralisation 127, théorie 130.

Le γ-bromo-crotonate d'éthyle réagit dans un tout autre sens que son analogue chloré, et la réaction observée semble s'écarter encore davantage des réactions classiques (la fixation d'une molécule d'alcool à une double liaison, encore qu'assez rarement observée,, n'étant aucunement exceptionnelle). Le seul produit isolable par distillation à l'état de pureté (R = 25 pour 100) est un liquide odorant, très mobile, ne contenant plus d'halogène, dont les constantes, après rectification soignée, sont les suivantes :

(B) Éb : 82° sous 18^{mm}; $d = 0,994$, $n = 1,429$ à 17°.

Ces constantes, qui diffèrent nettement de celles obtenues par Lespieau (2)

---

(1) *Gazz. Chim. Ital.*, 41, 1911, p. 11.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, 33, 1905, p. 469.

pour le γ-éthoxy-crotonate d'éthyle, ne correspondent qu'approximativement à celles d'un isomère de position (R. M. calc. 40,98, théorie 41,87) bien que les résultats indiqués ci-dessous de la combustion, d'un dosage d'éthoxy, d'un indice de saponification, soient indiscutablement en faveur d'une formule globale du type $C^2H^5O(C^3H^4)COOC^2H^5$:

Substance : 0,3328 et 0,4086; trouvé pour 100 : H = 8,67 et 8,67; C = 61,3 et 60,4; théorie : 8,86 et 60,8.

Substance : 0,2148; dosage d'éthoxy C^2H^5O, 53,2 pour 100; théorie : 57.

Substance : 1,2584; poids moléculaire déduit d'une saponification par la potasse alcoolique : 159, théorie : 158.

La nature éthylénique du produit B semblait admissible parce qu'une solution chloroformique de brome est assez rapidement décolorée par lui et qu'une mesure grossière indique deux atomes d'halogène absorbés par molécule. Toutefois le bromure obtenu, huileux et indistillable sans decomposition n'avait pu être analysé. La solution acétonique de permanganate réagit également avec énergie, sans qu'on puisse isoler les produits formés.

Par contre, plusieurs tentatives d'hydrogénation, soit de la substance elle-même, soit de l'acide qui résulte de sa saponification, ont toutes échoué. En outre l'action de l'ozone est, sinon nulle, du moins extrêmement faible, et ces deux résultats cadrent mal avec l'hypothèse d'une double liaison dans la chaîne.

L'effet Raman a permis de lever l'indécision. Le produit n'est pas un éthylénique, car son spectre ne comprend absolument aucune raie entre 1454 et 1733 cm^{-1}. La seule hypothèse possible, compatible avec la formule et les propriétés de notre produit est donc celle d'un dérivé du cyclopropane. Il constitue très vraisemblablement l'ester éthylique de l'acide éthoxy-2-cyclopropane-carbonique-1.

$$CH^2\left\langle\begin{array}{l} CH-OC^2H^5 \\ \quad | \\ CH-COOH \end{array}\right.$$

R. M. calc. 40,98, théorie 40,26, dont la formation s'expliquerait par la naissance primitive d'un dérivé d'addition analogue à celui (A) observé à partir du γ-chlorocrotonate d'éthyle. Ce dérivé, stable pour le chlorure [on constate toutefois la présence de très faibles quantités de (B) (ordre de 4 pour 100) à côté du produit (A)] aurait pour le bromure une stabilité moindre et perdrait spontanément, avec cyclisation, une molécule de HBr.

L'éthoxy-ester (B) s'obtient également à partir du γ-bromo-crotonate de

propyle, le radical C^2H^5 se substituant au radical C^3H^7 lors de l'action de l'éthylate de sodium (nous n'avons pas étudié l'action du propylate). Par contre en traitant le γ-bromo-crotonate de méthyle par le méthylate de sodium on observe la formation d'un homologue du produit B, qui n'a pu être obtenu dans un grand état de pureté. Ce serait le méthoxy-2-cyclopropane carbonate de méthyle.

Éb : 61-62° sous 16^{mm}; $d = 1,059$, $n = 1,433$ à 17°; R. M. calculé 31,91, théorie 31,02; P. M. par saponification 126, théorie 128.

La réaction des alcoolates sur les γ-bromo-crotonates semblerait donc susceptible de conduire d'une façon générale aux esters des acides alcoxy-cyclopropane-carboniques. Elle est intéressante, malgré la faiblesse de son rendement, puisqu'elle serait actuellement la seule qui permette d'arriver à cette classe de substances.

Les spectres Raman d'un certain nombre de carbures cyclopropaniques ont été réalisés et décrits (¹). Le cycle triangulaire y est caractérisé par une raie forte vers 1200, des raies faibles vers 740 et 1450 et deux raies fortes vers 3000 et 3065. Le spectre de notre éthoxy-ester présente des raies à 1224, 727 et 1454, mais seule la dernière est intense (c'est la plus intense du spectre entier); il n'y a pas de raies visibles au delà de deux raies faibles mais nettes à 2935 et 2891. Il serait bon, par conséquent, avant de conclure définitivement à l'existence d'un noyau triangulaire dans notre substance, de comparer son spectre à ceux d'autres esters cyclopropaniques, afin d'examiner si l'existence de substitutions autres que des groupes hydrocarbonés ne modifie pas les fréquences propres du cycle triméthylénique dans le sens où nous l'observons. Cette étude est entreprise.

LITHOLOGIE. — *Sur la recristallisation des diorites et diorites quartziques du plateau de Manson (Puy-de-Dôme) sous l'influence du métamorphisme de contact granitique.* Note (²) de M. **Jean Jung.**

Le Puy de Manson est, à l'altitude de 998^m, l'un des points culminants du plateau qui forme, au sud-ouest de Royat, le socle volcanique de la Chaîne volcanique des Puys. Il est constitué par un granite leucocrate à

(¹) Lespieau, Bourguel et Wakeman, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, 51, 1932, p. 400.

(²) Séance du 12 juin 1935.

deux micas, à grain fin, que la Carte géologique [1] englobe dans le complexe des granulites, et dont le massif recoupe des terrains très variés : cornéennes, diorite quartzique, granite porphyroïde commun, etc. Il contient des enclaves de toutes ces formation, mais les plus fréquentes, dans les carrières ouvertes sur le flanc méridional du Puy de Manson, sont constituées par la diorite quartzique. Les blocs enclavés sont parfois si grands et si nombreux que la roche n'est plus exploitée en ces points.

La diorite quartzique forme un massif de quelques kilomètres carrés, sur les pentes entre Manson et Royat. La structure de la roche est largement grenue, l'aspect mésocrate. Les minéraux de première consolidation sont la hornblende et la biotite, accompagnées de cristaux d'andésine, zonés et maclés. L'oligoclase, peu maclé, et le quartz achèvent la cristallisation. Enfin, cette roche contient des enclaves anguleuses d'une diorite à grain très fin.

Les enclaves du granite de Manson sont incontestablement faites de cette roche. On y retrouve même les enclaves de diorite dans leur intérieur, mais elles présentent des modifications, dont il est facile, d'ailleurs, de reconstituer la gamme progressive. Les grands cristaux de biotite et de hornblende sont, d'abord, détruits. Ils ont donné naissance à un fin agrégat de lamelles de biotite et de hornblende secondaires, qui s'introduisent et s'irradient dans les plus imperceptibles interstices entre les minéraux. L'aspect est presque lamprophyrique à l'œil nu. Dans un stade plus avancé, les plagioclases recristallisent à leur tour. Leurs contours deviennent spongieux et ils sont noyés dans une pâte de petits cristaux de quartz et d'oligoclase de néoformation, associés à la biotite ou à la hornblende secondaires; certaines plages deviennent granoblastiques. Enfin il existe des zones, plus restreintes, de cristallisation totale, d'aspect hétérogène, malchitique ou corné. L'action du métamorphisme peut ne pas s'arrêter là. L'amphibole peut quitter la roche et s'accumuler dans des cassures, dont on voit encore le tracé linéaire ou anguleux, à travers l'enclave. Son polychroïsme est alors nettement bleuâtre. Le terme extrême de la transformation, subie par la diorite quartzique, est, ainsi, représenté par des enclaves où des filonnets de hornblendite traversent des sortes de plagioclasolites, d'aspect lamprophyrique, et dépourvues d'amphibole.

---

(1) *Carte géologique détaillée de la France.* Feuille de Clermont.

Ainsi qu'il est fréquent, ces modifications mettent en évidence avec une netteté particulière, des phénomènes que l'on retrouve sur une plus grande échelle, dans le métamorphisme de contact ([1]).

Une grande partie du massif de diorite quartzique de Charade est plus ou moins affectée de semblables transformations. Certaines roches recristallisées, associées à des cornéennes, ont parfois été confondues, sur la carte, avec celles-ci (Pépinière, Rocher du Salut).

Des observations analogues ont été faites au Lac de la Cassière, où Aug. Michel-Lévy avait décrit, autrefois, le passage du granite porphyroïde normal à un granite à amphibole, chargé d'enclaves de cornéennes basiques. On peut démontrer que le granite amphibolique à enclaves est plus ancien que le granite normal, car il a recristallisé en même temps que les cornéennes incluses. Sa structure irrégulière, à plages granoblastiques, sa biotite et sa hornblende secondaires sont démonstratives à cet égard. Les cornéennes pyroxéniques enclavées sont d'origine sédimentaire, tandis que les cornéennes amphiboliques qui leur sont associées, semblent devoir être considérées comme des diorites recristallisées. Il est probable que dans la région, toute voisine, du Lac d'Aydat, célèbre par ses phénomènes de métamorphisme de contact, des associations semblables de cornéennes vraies et de roches éruptives recristallisées pourront être observées ([2]).

En résumé sur les plateaux de terrains anciens, au sud-ouest de Royat, des venues magmatiques successives ont métamorphisé, non seulement des sédiments schisteux, gréseux ou calcaires, mais aussi les roches éruptives appartenant aux termes les premiers consolidés. En particulier, nous avons observé la recristallisation de la diorite, de la diorite quartzique et du granite à amphibole, sous l'influence de granite porphyroïde normal ou du granite à deux micas. Ainsi se trouve démontrée, en même temps, l'antériorité des formations basiques, par rapport au granite.

([1]) A. Lacroix, *Les enclaves des roches volcaniques*, 1893.

([2]) Aug. Michel-Lévy, *Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Clermont-Ferrand*, 1890; A. Lacroix, *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact.* Premier Mémoire (*Bull. Service de la Carte géologique*, n° 64, 10, 1898, p. 59).

LITHOLOGIE. — *Les amphibolites du massif de Zlatibor (Serbie occidentale).* Note de M. **Stoyan Pavlovitch.**

Des schistes cristallins constitués par des amphibolites, se rencontrent dans le massif de Zlatibor. Ils sont surtout développés dans sa bordure Nord où ils forment une masse allongée (Bioska, Vrutci, Kremna) ou des bandes étroites (Kadina Glava, Bare); on les trouve aussi dans le centre du massif (Palisad). Au Sud ils sont grenatifères (Varda). Leur superficie totale est d'environ 30^{km^2}. Ils reposent directement sur les péridotites sauf, dans le cas de contacts anormaux, où ils en sont séparés par une zone de phyllites (Palisad).

Les quelques études dont ils avaient fait jusqu'à présent l'objet (Milovanović, Hammer) n'étaient accompagnées d'aucune analyse chimique. Aussi a-t-on attribué à tort leur origine à un métamorphisme de contact des phyllites par le magma péridotique. Géologiquement déjà une telle hypothèse était bien invraisemblable, car on ne trouve ni enclaves d'amphibolites dans les péridodites, ni aucun exemple de digestion par le magma; et même, si l'on admettait cette digestion, il s'agirait d'expliquer la schistosité de ces roches qui ne peut être due qu'à de puissantes actions dynamiques. Le but de cette Note est de démontrer que ces roches sont en réalité des orthoamphibolites.

Au microscope, leur structure est le plus souvent nématoblastique, parfois cataclastique (modification par broyage de la structure granoblastique) dans la partie inférieure de la série. On peut distinguer trois types :

1. *Des amphibolites très feldspathiques*, assez rares (Vrutci) renfermant une hornblende verte polychroïque, des plagioclases (50-60 pour 100 d'An) le plus souvent transformés en zoïsite, séricite ou prehnite; et enfin du sphène, parfois en grands cristaux (analyse 2).

2. *Des amphibolites peu feldspathiques*, très abondantes, dont le plagioclase en voie d'altération renferme 60-70 pour 100 d'anorthite; elles sont un peu pyroxéniques (analyses 6-7).

3. *Des amphibolites non feldsphatiques, à pyroxène et grenat*, on les trouve dans le Varda (Huseinova Ravan) entre les gabbros ouralitisés et les lherzolites. Leur structure est granoblastique. Les grenats sont entourés d'une couronne kélyphitique formée de zoïsite, de hornblende et de prehnite (analyse 5).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
SiO^2	40,16	47,00	48,12	46,16	41,22	44,90	45,16	50,88
Al^2O^3	14,26	14,56	14,98	13,80	14,22	15,18	16,06	14,34
Fe^2O^3	1,14	2,81	1,75	2,93	4,54	1,99	0,66	2,11
FeO	5,88	8,28	7,88	8,37	8,37	5,97	3,08	6,37
MnO	0,16	0,20	0,16	0,19	0,25	0,16	0,07	0,17
MgO	26,20	9,79	9,11	11,19	11,66	13,42	15,36	6,35
CaO	8,04	11,52	11,64	11,78	14,60	14,80	16,08	12,22
Na^2O	0,84	2,71	2,61	2,30	1,04	1,01	0,92	4,02
K^2O	0,15	0,30	0,68	0,32	0,24	trace	0,19	0,49
TiO^2	0,24	1,44	1,20	1,50	2,18	0,84	0,18	1,32
P^2O^5	trace	0,11	0,12	0,08	0,17	néant	néant	0,06
H^2O+	2,50	1,19	1,40	1,25	0,93	1,60	1,62	1,26
H^2O-	0,19	0,10	0,23	0,19	0,20	0,25	0,23	0,26
CO^2	0,29	néant	trace	trace	0,54	trace	néant	néant
Fl	néant	0,23	0,19	0,05	néant	0,10	0,22	0,23
Cr^2O^3	0,18	néant	0,05	0,04	0,08	0,09	0,29	trace
	100,23	100,24	100,12	100,15	100,24	100,21	100,12	100,08
Σ^c	39,73	50,47	52,74	46,68	41,39	44,16	44,41	53,96
Né	3,36	0,78	0,14	0,92	2,34	1,70	4,12	2,77
Diopside	2,19	23,73	23,82	25,67	27,92	29,40	31,70	32,60
Péridot	52,66	17,19	16,28	18,91	17,27	19,89	19,91	5,85
An %	97	54	55	59	87	85	99	45

1. Amphibolite à olivine et spinelle (Kadina Glava) .... III'.5'.(4)5.'5[1.5.1.1(2)]
2. Amphibolite feldspathique (Vrutci) .... III.5.'4.'5[(1)2.'3.2.2'
3. Amphibolite (Krnda) .... III.5.'4.4(5)[1(2).(2).3.2.2']
4. Amphibolite non feldspathique (Kadina Glava) .... III.5.4.'5[(1)2.'3.2.2.]
5. Amphibolite à grenat (Huseinova Ravan) .... III'.5.4(5).(4)5[2.2.(2)3.2]
6. Amphibolite peu feldspathique (Bioska, Strmac) .... III.5.(4)5.5[1'.(2)3.2.2]
7. Amphibolite à pyroxène (Kadina Glava) .... III.5(6).(4)5.(4)5[1.(2)3.2.1(2)]
8. Amphibolite feldspathique (Palisad, sommet) .... III.5.3.'5[1(2).(1)2.2(3).2(3)]

La répartition de ces différents types de roches est très irrégulière, mais il semble bien que les types très feldspathiques forment la partie supérieure de la série et que les types peu feldspathiques et pyroxéniques sont à sa base. Parmi ces derniers il en est un qui mérite une mention particulière. C'est une amphibolite de Kadina Glava (analyse 1) constituée par une amphibole peu colorée, un peu de pyroxène et des phénoblastes de péridot; la présence de ce minéral est l'indice d'une recristallisation à grande profondeur. La roche est en outre très riche en spinelle. L'étude chimique de toutes ces roches (10 analyses de M. Raoult) montre qu'elles proviennent de la transformation de gabbros par dynamométamorphisme. Ce sont des *orthoamphibolites* et non des *paraamphibolites* comme l'avait avancé Hammer et Milovanović.

La démonstration en est particulièrement évidente sur l'amphibolite de Kadina Glava qui a la même composition chimique que l'allivalite de Panja Glava. D'ailleurs dans l'ensemble elles sont fort analogues aux gabbros mélanocrates étudiés précédemment [1]. Les paramètres magmatiques montrent que ce sont des roches mésocrates avec un déficit de silice (d'où l'apparition de la népheline calculée). La teneur en potasse est toujours très faible (indice de parenté avec les gabbros). Le plagioclase calculé oscille entre le labrador et l'anorthite. Enfin la proportion de pyroxène augmente quand celle des coupholites diminue. On voit donc que ces roches forment, au point de vue magmatique, un groupe homogène appartenant au même type de composition chimique.

GÉOLOGIE. — *La Tectonique du Massif d'Allauch, près Marseille.* Note de M. **Georges Denizot**, présentée par M. Charles Jacob.

Vers Allauch, les déformations orogéniques intenses se répartissent autour d'une aire centrale tabulaire : cette ceinture est très hétérogène et ne peut appartenir ni à des recouvrements uniformes (M. Bertrand, E. Haug), ni à un pli sinueux continu (E. Fournier) [2].

1. Le bord nord-ouest est un faisceau de failles avec simples injections de Trias. A Pichauris, le flanc avant de l'Étoile avec sa série renversée est tranché net, et le flanc arrière se résout en brèche tectonique contre la muraille limitant l'aire centrale.

2. Le bord oriental montre une saillie diapire autour d'un Trias vertical. Au delà, le Jurassique supérieur, directement superposé au Trias de Roquevaire, et l'Urgonien surmontant ce Jurassique sont en refoulements horizontaux et leurs fronts atteignent Peypin en prenant contact avec l'extrémité de l'Étoile : mais les séries de part et d'autre, l'une normale, l'autre renversée, ne sauraient se confondre.

3. Au bord méridional, le Pli d'Allauch est un simple pli-couché. Il est affecté d'accidents transversaux, décroché en son milieu par la faille de Passetemps. Devant ce pli, l'aire centrale présente des accidents marginaux : redoublement des bancs hauteriviens dans la colline du Saint-Esprit (ancienne cote 373), pris à tort pour renversés; écrasement d'un synclinal aptien à l'Est et repli anticlinal de Garlaban, dont la racine est conservée en avant de cet Aptien.

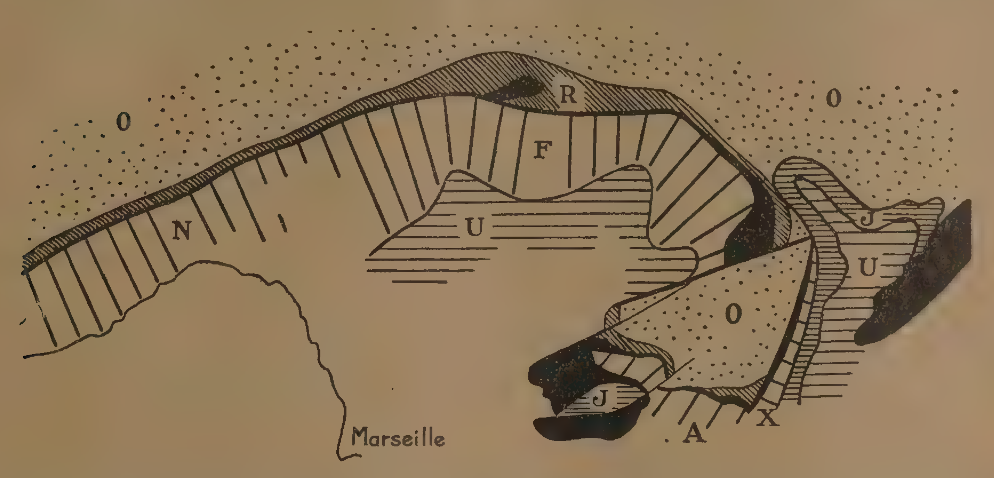
---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1949.

(2) G. Denizot, *Monographies géologiques des environs de Marseille*, 1934. L'attribution, admise dans cet ouvrage (p. 56), à une fenêtre, au Sud-Ouest de la Bastidonne, d'un lambeau de Jurassique supérieur, est à remplacer désormais par un effondrement localisé.

4. Au sud de la vallée de l'Huveaune, le revers de Carpiagne tombe, symétriquement au flanc arrière d'Allauch, en synclinal dont l'axe est rempli d'Oligocène, lui-aussi plissé. Mais à l'Ouest, ces deux versants s'écartent et sont séparés par le massif triasique de Saint-Julien, le flanc arrière d'Allauch étant réduit.

Dans ce Trias paraît inclus du Jurassique supérieur avec copeaux d'Urgo-Aptien. Si



N, F, A, flancs arrière de la Nerthe, de l'Étoile et d'Allauch; R, flancs avant à tendance renversée Trias en noir; O, bassin de l'Arc et Aire centrale d'Allauch; J, lame suprajurassique; U, lam urgonienne; X, pli oriental.



Coupe au bord méridional d'Allauch : 1, Grès bigarré; 2, Muschelkalk; 3, Keuper; 4, Infraliase 5, Dolomies; 6, Calcaire blanc; 7, 8, Néocomien; 9, Urgonien; 10, Aptien; 11, 12, Crétacé supérieur; 13, Oligocène. Échelle : 1/30000e.

ce lambeau se laisse chevaucher au Sud par le Trias, et a pu être considéré comme en fenêtre, au contraire au Nord (Bellevue) il repose franchement sur lui.

Le Pli d'Allauch apparaît donc comme un relai du Pli de l'Étoile, décroché suivant la bordure nord-occidentale et lui-même subdivisé par le décrochement de Passetemps. Cette disposition correspond : 1° à la surrection de l'aire centrale, se comportant comme un obstacle devant les refoulements et paraissant bien avoir joué ce rôle; 2° à la saillie, dans le synclinal de

l'Huveaune, d'un Trias de fond qui, disloquant le flanc arrière d'Allauch, en a enrobé des fragments.

Toutes ces dispositions révèlent la double allure des dispositions tectoniques autour de Marseille. Les efforts tangentiels ont créé des refoulements et des recouvrements vers le Bassin de l'Arc et l'aire centrale d'Allauch, définissant l'avant de nos chaînes; à l'arrière, les massifs au delà de la ligne de l'Huveaune (y compris la Garde) se comportent comme un môle rigide. Il s'y ajoute des efforts de fond, mettant en mouvement les masses triasiques suivant la verticale.

Les accidents à l'Est du Massif sont de même nature, mais mieux en rapport avec les mouvements de la Sainte-Baume.

GÉOLOGIE. — *L'enracinement du Chaînon jurassique de Roqueforcade-Nans, au Nord-Ouest de la Sainte-Baume.* Note de M. **Georges Corroy**, présentée par M. Charles Jacob.

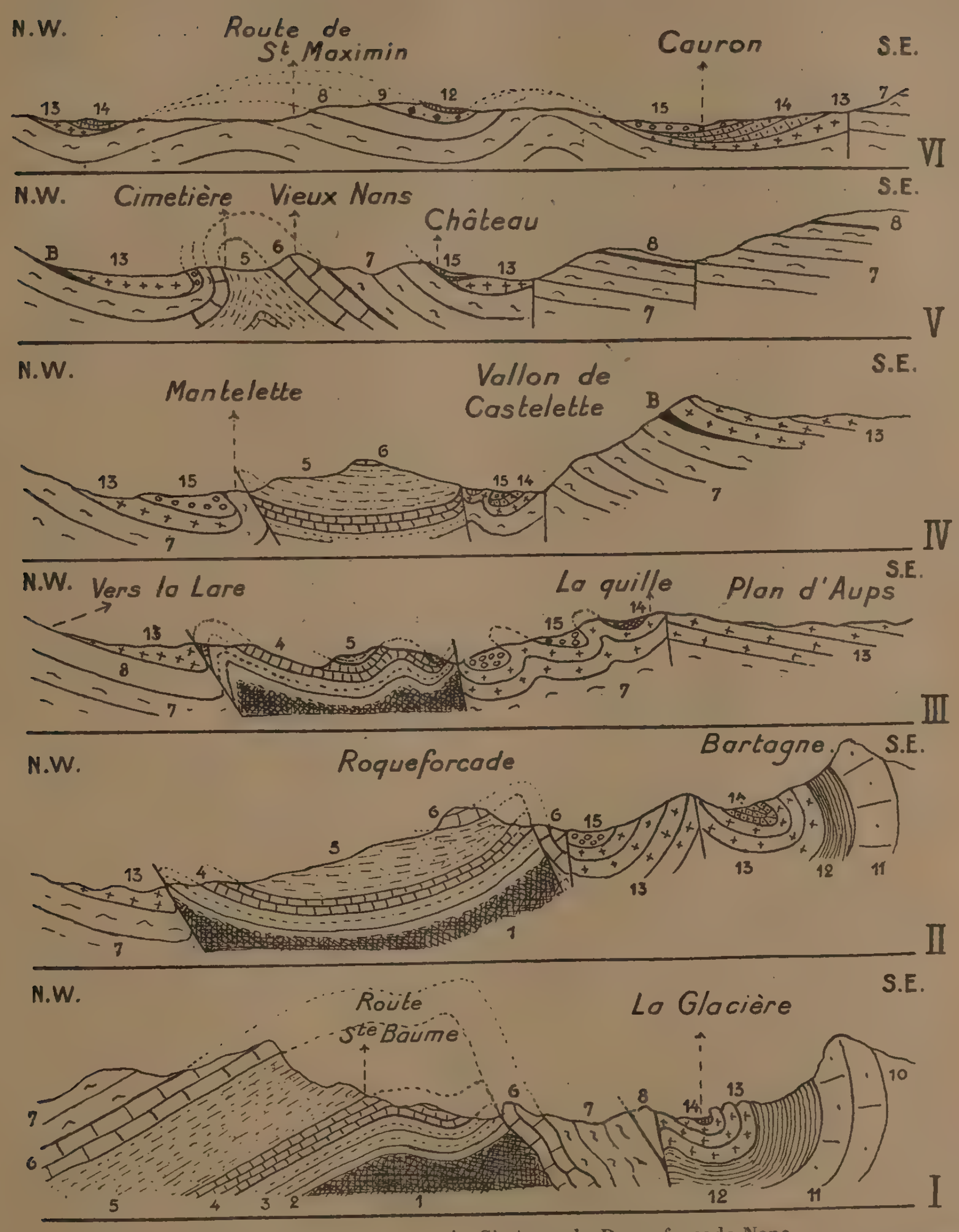
Au Nord-Ouest du pli de la Sainte-Baume, couché sur le bassin crétacé du Plan d'Aups, il existe un chaînon jurassique, celui de Roqueforcade-Nans, dont la position tectonique a été maintes fois discutée [1]. Pour les uns (H. Coquand, E. Fournier) il est enraciné; pour les autres (M. Bertrand, E. Haug et J. Repelin) c'est un lambeau de recouvrement venu du Sud et charrié par-dessus l'arête urgonienne de la Sainte-Baume.

Des observations récentes et un lever au 1/20000e de la région apportent des faits nouveaux et montrent que la première hypothèse est seule vraisemblable. Toutefois, on doit éliminer la conception des failles de tassement (Coquand), et celle des plis sinueux (Fournier), car le chaînon apparaît comme un simple anticlinal jurassique, dont le flanc sud-est est enraciné sous le socle de la Sainte Baume, et le flanc nord-ouest, déversé sur le massif autochtone de la Lare. Des flexures, des étirements, des accidents de détail, dus en partie au Trias, en partie à la plasticité des horizons fluviolacustres et à la rigidité des calcaires marins, rompent souvent l'harmonie de ce pli et donnent l'illusion d'un recouvrement.

Une série de coupes illustrera cet exposé succint :

Dans le ravin de Saint-Pons, à l'ouest de la Glacière (coupe I), l'anticlinal d'allure jurassienne montre un flanc nord-ouest, complet du Trias

(1) Repelin, *Annales Faculté des Sciences de Marseille*, 25, I, 1922, p. 1-84.



Coupes en série à travers le Chaînon de Roqueforcade-Nans.

1, Keuper; 2, Rhétien; 3, Hettangien; 4, Lias; 5, Bajocien-Rauracien; 6, Séquanien; 7, Kimméridgien; 8, Portlandien; 9, Valanginien; 10, Hauterivien; 11, Urgonien; 12, Aptien; 13, Sénonien à Hippurites; 14, Valdonnien-Fuvélien; 15, Bégudien; B, Bauxite. Échelle : 1/30000.

au Jurassique supérieur, et un flanc sud-est, réduit au Séquanien-Portlandien, enraciné sous le synclinal crétacé de la Glacière. Un pli-faille est ainsi visible sur des centaines de mètres en direction du Col de Bartagne.

Au nord de ce dernier (coupe II), le flanc nord-ouest se relève et chevauche le Crétacé enveloppant le dôme jurassique de la Lare; le flanc sud-est, de plus en plus réduit (Séquanien), disparaît sous la transgression bégudienne, tandis que s'amorce un anticlinal aigu de Sénonien marin séparant le chaînon de Roqueforcade de la crête de la Sainte-Baume.

Cet anticlinal s'élargit vers le Plan d'Aups (coupe III) et se complique au Nord de petits synclinaux secondaires. Le contact entre le Sénonien et le Lias du chaînon se fait à la verticale : ce dernier prend alors une allure synclinale trompeuse *a priori* quant à son interprétation tectonique (coupe IV).

Comme tous les auteurs l'ont remarqué, une faille de 200^m de rejet et à regard nord abaisse le bassin crétacé du Cauron par rapport au socle de de la Sainte-Baume. Au Vieux Nans (coupe V), l'axe de Roqueforcade a repris son allure franche d'anticlinal complet, déversé sur la Lare. Aux affleurements, l'axe est constitué par le Bathonien.

Enfin (coupe VI), *les collines nord de Nans soulignent l'ennoyage de l'accident,* avec apparition d'un synclinal secondaire de Valanginien zoogène et de Gargasien. Le bassin crétacé du Cauron se développe largement; et vers l'extrémité du chaînon, le Trias de Rougier envoie une digitation qui perce la voûte jurassique jusqu'au contact des dolomies kiméridgiennes, recouvertes d'une pellicule de Crétacé fluvio-lacustre.

GÉOLOGIE. — *L'enracinement du chaînon de Roussargue-Liquette, à l'Ouest de la Sainte-Baume.* Note de M. **Georges Clauzade**, présentée par M. Charles Jacob.

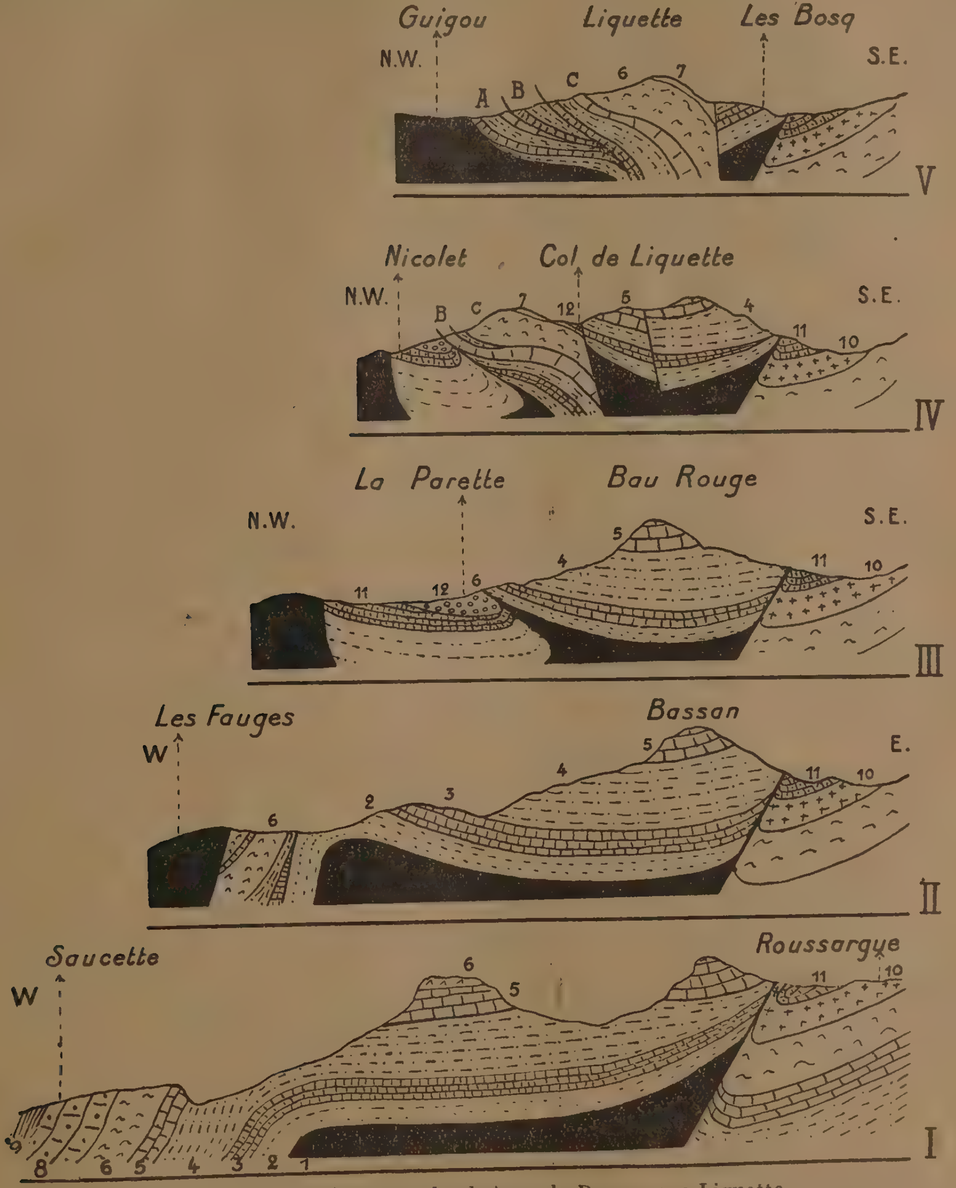
Le chaînon de Roussargue-Liquette qui prolonge en direction Sud-Nord le plateau de Roqueforcade (ouest de la Sainte-Baume) a été considéré tectoniquement comme enraciné (H. Coquand, E. Fournier), ou comme charrié du Sud vers le Nord par-dessus le pli couché de la Sainte-Baume (M. Bertrand, E. Haug, J. Repelin) ([1]).

Or, pour se convaincre déjà de son ennoyage vers le Sud, un observateur placé sur le chapeau de Garlaban voit tous les horizons de ce massif,

---

([1]) Repelin, *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille,* 25, I, 1922, p. 1-84.

depuis le Bathonien jusqu'à l'Aptien, plonger sous la plaine oligocène de Gemenos avec un pendage moyen de 45°. D'autre part, cette terminaison



Coupes en série à travers le chaînon de Roussargue-Liquette.

1, Trias; 2, Infra-Lias; 3, Lias; 4, Bajocien-Rauracien; 5, Séquanien; 6, Kiméridgien; 7, Portlandien; 8, Néocomien-Urgonien; 9, Aptien; 10, Sénonien à Hippurites; 11, Valdonnien-Fuvélien; 12, Bégudien; A, B, C, Écailles de Liquette. Échelle : 1/30000°.

périclinale est évidente, lorsqu'on gravit les pentes de la Piguière au Sud-Ouest du chaînon.

Ce rapide exposé indique que pour nous la zone Roussargue-Liquette est enracinée, mais non grâce à des failles de tassement, ni sous la forme de plis sinueux. Les coupes suivantes dressées en série rendent compte de la réalité.

Si le flanc ouest du pli s'ennoie nettement avec un pendage de 50° à Saucette sous l'Oligocène (I), le flanc est, poussé par le Trias, se relève fortement pour amener l'Hettangien et le Lias à chevaucher le synclinal crétacé de Roussargue. En particulier près de la ferme du même nom, le Crétacé supérieur fluvio-lacustre est pincé dans le Sénonien marin.

Vers Bassan (II) le flanc ouest est sectionné à la verticale par une ascension du Trias diapir, tandis que le flanc est, plus abaissé, fait affleurer les horizons du Bathonien-Lusitanien sur une assez grande puissance.

Le mouvement qui tend à renverser le flanc ouest sous le pli de Bassan lui-même s'accentue rapidement, et c'est ainsi qu'un synclinal crétacé occupe tout le vallon de la Parette (III). Des témoins jurassiques de ce renversement sont conservés çà et là entre le Crétacé et l'Infra-Lias de la charnière. Au Nord, le Trias, coiffé de lambaux de dolomies jurassiques lors de son ascension, a taillé comme à l'emporte-pièce la bordure nord-ouest de ce synclinal.

Le chaînon se termine par l'éperon de Liquette aux détails très complexes (IV et V). Ce petit massif s'accidente d'abord d'une faille d'affaissement; puis il naît, sur son bord nord-ouest, une série d'écailles jurassiques qui diminuent l'amplitude du synclical crétacé jusqu'à le faire disparaître au méridien de Guigou. A l'Est, le chevauchement à 40° sur le Crétacé de la Lare demeure constant et il est démontré en profondeur par des exploitations (aujourd'hui abandonnée) de lignites fuvéliens.

Il résulte de ces observations que le chaînon Roussargue-Liquette est un anticlinal ennoyé périclinalement au Sud, déversé à l'Est sur le dôme de la Lare, couché à l'Ouest sur le synclinal de Parette. A son extrémité nord, une série d'écailles, correspondant à des copeaux arrachés à la couverture jurrassique, ont été refoulés vers le haut.

GÉOLOGIE. — *Présence du Lias au Djebel Nador (Département d'Oran).* Note de M. **Paul Deleau**, présentée par M. Charles Jacob.

Le Djebel Nador est un chaînon situé à la bordure septentrionale de l'Atlas saharien, à 40^{km} au Sud-Est de Tiaret. On franchit son extrémité orientale par la route de Tiaret-Trézel à Aflou.

La description géologique en a été donnée en 1890 par J. Welsch [1] qui, par comparaison avec des assises fossilifères, de faciès analogue, de la région de Tiaret (cascade de la Mina), avait cru y reconnaître une série allant du Callovien au Rauracien. J. Welsch se basait aussi sur les études antérieures de Ville, de Le Mesle et de A. Péron sur l'extrémité orientale du Dj. Nador (Dj. Goudjila) et des montagues de Chellala, qui les prolongent vers l'Est. Au Dj. Goudjila, comme dans les montagnes du Chellala, ces auteurs ne signalaient que du Jurassique supérieur (Corallien) [2].

Je viens de découvrir une riche faune du Domérien et du Toarcien dans la partie moyenne des assises attribuées au Jurassique. Une coupe SE-NO, perpendiculaire à la vallée du Faïdja, donne la succession suivante :

Grès et sables roux albiens (pendage S-E 10°, puissance 60^m).

Alternance de calcaires dolomitisés et de marnes blanches avec intercalations de calcaires blancs dans la partie moyenne et de grès quartziteux à la base (pendage S-E 15°, puissance 230^m environ). Cette série pourrait représenter l'Aptien).

Marnes grises de la vallée du Faïdja (puissance 250^m environ).

Grès quartzeux en gros bancs, bien lités (pendage S-E 40°, puissance 60^m).

Quelques bancs de calcaires gris bleu avec intercalations de poudingues à éléments calcaires (puissance 10^m).

Calcaires marneux à grain fin, sublithographiques, bien réglés, contenant des silex en nodules ou en lits discontinus (pendage S-E 40 à 45°, puissance 450^m environ).

La partie moyenne de cette puissante assise présente des lits plus marneux fossilifères. Le plus élevé est constitué par des marnes et des calcaires rougeâtres (4^m), où j'ai recueilli : *Lytoceras jurense* d'Orb., *L. Germainii* d'Orb., *Polyplectus discoides* Zieten, *P. subplanatus* Oppel, *Denkmania rudis* Simpson, *Mercaticeras* aff. *Mercati* Hauer, *Hildoceras bifrons* Brug., *H. sublevisoni* Fuc. var. *raricostata* Mitzopoulos, *H.* cf. *undicosta* Merla, *H.* cf. *semipolitum* Buck, *Cœloceras* aff. *crassum* Phil. *Posidonomya Bronnii* Voltz. C'est une faune typique du Toarcien.

Vingt mètres plus bas, des marnes blanches renferment une faune domérienne avec *Lytoceras* aff. *tauromenense* Gemm., *Protogrammoceras* sp., *Pecten* (*Chlamys*) *Zigoplocus* Di Blas.

Dans le quart inférieur des calcaires marneux, se rencontre une riche faune dont les échantillons sont très voisins des figures de Fucini pour les formes domériennes de Taormina (Sicile) : *Canavaria* sp., *Meneghinia* sp., *Arieticeras* aff. *expulsum* Fuc., *Seguentia* aff. *Ugdulenai* Gemm., etc.

---

(1) *Les terrains secondaires des environs de Tiaret et de Frenda* (Oran) (*Thèse*, Paris, 1890, p. 30 à 37 et 65); *Sur les terrains jurassiques des environs de Tiaret, Frenda et Saïda* (*Bull. Soc. géol., Fr.*, 3e série, 18, 1889, p. 428-440).

(2) A. Péron, *Essai d'une description géologique de l'Algérie*. Paris, 1883, p. 30-34.

Dolomies grises, massives, formées de débris de polypiers, contenant des bancs de calcaires oolithiques dolomitisés (pendage S. E., 30 à 45°; puissance, 500 à 600^m).

La partie inférieure et moyenne des dolomies peut passer latéralement à des marnes schisteuses verdâtres contenant des plaquettes de calcaires jaunes et de petits lits de psammites, la dolomie ne constituant plus dans ce cas qu'une couverture.

Schistes rouges et marnes bariolées avec gypse, sel gemme et cargneules représentant le Trias supérieur, visibles aussi bien sous la masse dolomitique que sous les marnes verdâtres.

Dolomies grises, massives, ou marnes verdâtres.

Calcaires marneux sublithographiques à silex, redressés à la verticale.

Grès quartzeux verticaux.

Vient ensuite une zone faillée, au delà de laquelle apparaît un bombement de dolomies liasiques dont le flanc Nord-Ouest est recouvert par les calcaires sublithographiques, ici légèrement dolomitisés et supportant eux-mêmes les calcaires blancs crayeux du Sénonien transgressif (1).

L'axe du système montagneux est ainsi constitué par un anticlinal faillé déversé au Nord-Ouest.

L'attribution au Lias des couches prétendues jurassiques du Dj. Nador modifie les idées paléogéographiques admises précédemment pour cette région, notamment d'après les ouvrages cités de J. Welsch et A. Péron. E. Haug les résumait ainsi : « les formations coralligènes du Mésojurassique peuvent se suivre depuis Chellala à l'Est jusqu'à Saïda à l'Ouest. Lorsque leur substratum est visible, il est constitué par le Trias (2) ».

La question reste de déterminer l'âge des sédiments compris entre les grès albiens et le Toarcien; peut-être se résoudra-t-elle vers le Nord-Est, à l'extrémité occidentale des montagnes de Chellala où Péron a signalé du Corallien fossilifère que nous avons encore à étudier.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure du Haouz de Marrakech.* Note de M. **Jean Dresch**, présentée par M. Charles Jacob.

Si l'on reporte sur la carte les formations décrites dans une Note précédente (3) et si l'on suit les accidents qui les font affleurer, trois zones apparaissent distinctement dans le Haouz de Marrakech.

I. *Le Haouz occidental* est difficile à séparer de l'Atlas proprement dit. Comme l'Atlas, il est coupé par des flexures, très adoucies il est vrai, qui

(1) J. Welsch, *Thèse*, p. 182.

(2) E. Haug, *Traité de Géologie*, 2, 1911, p. 1069.

(3) J. Dresch, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1957.

le divisent en plateaux ou cuvettes étagées : *cuvette d'Amizmiz*, isolée par une longue flexure le long du massif de Guemassa depuis l'assif el Mell jusqu'au delà du Nfis, aux abords de Marrakech; elle se divise elle-même en deux, à l'Est du Nfis (cuvettes des Sektana et de Tamesloht qui s'enfoncent vers l'Est), *cuvette des Ouled bou Sbaa et des Mejjat*, limitée au Nord par le pli des Koudiat Moukhdene et une flexure très douce, qui fait réapparaître dans les fonds de vallées un pointement primaire et l'Oligo-miocéne gréseux et vient se fondre avec la première à l'Ouest du Nfis, *basse plaine du Tensift* où l'Oligo-miocène et le Pliocène discordant (?) reparaissent au nord de Chichaoua, ondulés dans une cuvette jurassico-crétacée. Ces accidents sont très récents, postérieurs au Pliocène, presque toujours concordant sur l'Oligo-miocène; la cuvette d'Amizmiz s'est même accusée postérieurement au dépôt des plus hautes terrasses alluvialles du Nfis : une terrasse supérieure à la terrasse 90 est déformée avec l'Oligo-miocène; la terrasse 90 est basculée localement vers l'amont rive droite, dans la région du Pont du Nfis; et la terrasse 60 elle-même est brusquement relevée au contact du Primaire en aval du pont, aux environs de Sidi Mohammed ben Salem, comme si le massif ancien était encore monté tout récemment. Quant à la basse plaine du Tensift, elle constituait tout récemment encore une zone d'épandage pour l'assif el Mell et le Nfis bien que la couche alluviale n'y soit pas très épaisse, moins de 200^m, Pliocène et Oligo-miocène compris, d'après un sondage exécuté à Targa, à l'Ouest de Marrakech. Ces oueds, et le Tensift lui-même, s'enfoncent de quelques mètres seulement dans les limons qui forment la surface de la plaine alors que le Tensift en aval de Sidi Chiker s'enfonce dans une vallée profonde où les terrasses s'étagent jusqu'à 250^m au-dessus de l'oued.

2. *Le Haouz central* entre Marrakech et le méridien d'El Kelaa est une cuvette, correspondant à la partie la plus haute de la chaîne, et entièrement occupée par un remblayage de piémont récent, très épais. Les oueds n'y ont creusé de terrasses basses que dans les cônes aplatis de la bordure de la montagne; le Zat même n'en creuse aucune, et les terrasses du Reraia et de l'Ourika s'enfoncent peu à peu sous la zone d'épandage d'aval. Le remblaiement se poursuit encore actuellement, cailloutis en amont, limon vers l'aval. Cette cuvette paraît donc très récente.

3. *Le Haouz oriental* [1] est constitué essentiellement par des conglomé-

---

[1] La Carte géologique du Haouz oriental est préparée par Ed. Roch qui a bien voulu m'autoriser à publier ici le résultat de courses communes.

rats pliocènes visibles tout le long de la Tessaout; ils s'appuient vers l'Est, vers l'oued Lakhdar et les Djebilet, sur les marnes ou grès oligo-miocènes et paraissent ondulés en cuvettes (rive droite de la Tessaou). Cette plateforme pliocène est isolée d'une cuvette oligo-miocène creusée au pied de Demnat par un pli plus ou moins complexe, qui coupe en diagonale le Haouz oriental depuis la rive droite de la Tessaout (Tidili) jusqu'à l'oued Lakhdar où apparaissent sur le Lias, plissés et discordants l'un sur l'autre, Pliocène et Oligo-miocène. La Tessaout s'est fort peu enfoncée dans la plateforme pliocène recouverte par une mince couche de limons, témoin d'une zone d'épandage récente sillonnée par les bras multiples, morts actuellement, du Rdat, de la Tessaout et du Lakhdar.

Le Haouz apparaît ainsi comme une dépression qui s'est creusée et accusée tout récemment. Peut-être est-elle postérieure à l'Eocène, puisque l'Oligo-miocène repose directement sur les affleurements paléozoïques du Haouz occidental, à partir des Koudiat Moukhdene vers l'Est, et directement sur le Lias au pli du Lakhdar. Du moins a-t-elle constitué une zone d'épandage sans cesse plus déprimée au pied de la montagne. Les alluvions oligo-miocènes et pliocènes s'y sont accumulées en bassin fermé. Elles ne débordent au delà des Djebilet qu'à partir d'El Kelaa. C'est en effet de ce côté que semble s'être établi le premier drainage de la plaine, contrairement à l'opinion généralement répandue qui veut que la Tessaout soit le résultat d'une capture récente. Ce n'est qu'au cours du Pliocène sans doute que s'est établi le drainage vers l'Ouest. Mais toujours plus ou moins la plaine, encore remblayée de nos jours, surtout au centre, a conservé les caractères des plaines de piémont steppiques.

SÉISMOLOGIE. — *Remarques au sujet du premier mouvement du sol lors des tremblements de terre intéressant quelques régions européennes.* Note de MM. **J. Lacoste** et **C. Bois**, présentée par M. Charles Maurain.

On sait que les séismographes permettent souvent d'observer, lors des tremblements de terre, si le premier mouvement du sol est une onde de compression ou une onde de dilatation : dans le premier cas, *il y a un effondrement au foyer*, dans le deuxième, exhaussement. Or, si les observations relatives à une région déterminée font apparaître une prédominance des compressions, c'est que les surfaces hypofocales dans ces régions tendent à s'abaisser; si, au contraire, les dilatations sont en majorité, ces

mêmes surfaces tendent à se soulever. Un nombre à peu près équivalent de compressions et de dilatations montre qu'il y a une sorte de balancement autour d'une position moyenne. Des recherches dans cette voie semblent donc de nature à apporter une contribution utile à la géologie : elles peuvent indiquer si certains mouvements anciens se poursuivent, et si des mouvements nouveaux prennent naissance.

Il nous a paru intéressant d'étudier à ce point de vue les séismes qui se sont produits depuis le 1er juin 1923 jusqu'au 1er juin 1935, dans les régions suivantes : vallée du Rhin, Forêt-Noire, Suisse, Italie, Autriche et Yougoslavie.

1° *Plaine d'Alsace :* 5 compressions, 1 dilatation; il y a *tendance nette à l'effondrement.*

2° *Région Rastatt* (bordure de la Forêt-Noire) : 3 compressions et 3 dilatations; mouvement de balancement.

3° *Région du Kaiserstuhl :* 1 compression, 1 dilatation; mouvement de balancement.

4° *Forêt-Noire, à l'Est de Fribourg-en-Brisgau :* 3 compressions; tendance à l'effondrement.

5° *Région Ebingen* (Jura Souabe) : 6 dilatations, 1 compression; tendance nette à l'exhaussement.

6° *Jura Français :* 3 compressions, 1 dilatation; tendance à l'effondrement.

7° *Valais* (Haute vallée du Rhône) : 2 compressions, 1 dilatation; exhaussement probable.

8° *Sud-Ouest du Tyrol :* 3 dilatations, 1 compression; tendance à l'exhaussement.

9° *Vénétie* (région d'Udine) : 4 compressions, 1 dilatation; tendance à l'effondrement.

10° *Région Modène et Bologne :* 11 dilatations et 2 compressions; *tendance particulièrement nette à l'exhaussement.*

11° *Côte Est de l'Adriatique* (Ancône) : 2 compressions, 1 dilatation; effondrement probable.

12° *Côte Ouest de l'Adriatique* (Croatie) : 4 dilatations; *tendance à l'exhaussement.*

13° *Côte de Dalmatie :* 2 dilatations; tendance à l'exhaussement.

14° *Alpes dinariques :* 2 compressions; tendance à l'effondrement.

15° *Alpes orientales :* 4 compressions, 2 dilatations; mouvement de balancement.

On ne saurait évidemment affirmer qu'à la surface du sol il se soit produit des dénivellements en relation directe avec les mouvements observés par la méthode que nous venons d'utiliser; seules des mesures géodésiques de haute précision pourraient permettre d'élucider la question. Il paraît cependant probable qu'un exhaussement ou un abaissement à l'intérieur du globe doit avoir une certaine répercussion à la surface.

S'il en est ainsi on observerait en Alsace une survivance du mouvement

ancien d'effondrement qui a donné naissance à la vallée du Rhin, tandis qu'il y aurait tendance à l'exhaussement dans le Jura Souabe, un mouvement de balancement sur la bordure ouest de la Forêt-Noire.

Il semble de même que la surrection des Apennins (dans la région de Bologne) se poursuive encore de nos jours, alors que dans la région d'Udine et sur la côte italienne de l'Adriatique, il y a tendance à l'effondrement.

Ces recherches devront être poursuivies, afin de savoir s'il y a lieu de maintenir ces conclusions, qui sont évidemment provisoires.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la présence de la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique dans l'air de la stratosphère.* Note de MM. **Adolphe Lepape** et **Georges Colange**, présentée par M. Charles Fabry.

Sur les échantillons d'air de la stratosphère qui ont fait l'objet d'une Note précédente (1), nous avons, dans 8 cas sur 12 (les huit derniers de notre tableau, page 1872), effectué la recherche de la vapeur d'eau et le dosage de l'anhydride carbonique.

1. L'eau n'a pas été déterminée avec rigueur, mais la quantité trouvée dans les échantillons correspond à des pressions de 0,1 à $0^{mm},4$ de mercure dans l'air de la stratosphère.

Ces chiffres, qui représentent quelques dizaines de fois la tension de vapeur saturante à la température de la stratosphère (de l'ordre de $-50°$), sont probablement inférieurs à la réalité, puisqu'en faisant le vide avant l'ascension on chauffait les ampoules de prélèvement et qu'on ne les chauffait pas pour en retirer les gaz (2).

2. L'anhydride carbonique a été séparé de l'air analysé en faisant passer celui-ci dans un serpentin refroidi dans l'oxygène liquide. On mesurait ensuite le volume du gaz libéré par réchauffement, et l'on vérifiait que ce gaz était totalement absorbable par la potasse caustique.

Voici les résultats trouvés :

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1871.
(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1340.

Date du prélèvement.	Altitude (en km).	Titre de l'air en CO^2 (pour 100 en volumes).
21-4-1928	16,2	0,13
22-5-1928	9,6	0,04
»	9,0	0,05
17-8-1928	12,8	0,05
»	10,0	0,06
26-11-1929	14,9	0,03
»	11,2	0,06
18-8-1934 (Cosyns) ([1])	15,0	0,08
Moyenne	–	0,06

La teneur moyenne en CO^2 de l'air pris au sol est 0,03 pour 100. Nos chiffres sont nettement supérieurs. Nous devons donc admettre, soit l'apport de CO^2 dans l'atmosphère supérieure, soit l'existence d'une cause de production de CO^2 à haute altitude, telle que l'oxydation de poussières ou de gaz carbonés sous l'influence de l'élévation de température par rayonnement (poussières), des rayons ultraviolets, de l'oxygène atomique, de l'ozone, etc.

La présence, dans la stratosphère, de poussières terrestres, dont le nombre décroît rapidement lorsqu'on s'élève est peu probable, mais leur origine peut être extraterrestre (poussières cosmiques, météorites, étoiles filantes). Nous pensons plutôt que l'augmentation de la teneur en CO^2 serait due à un apport extérieur de molécules de gaz carbonés, étant donné leur abondance dans le Soleil, dans les queues de comètes et dans l'atmosphère des planètes ([2]), (Vénus, CO^2; grosses planètes, CH^4).

3. Ces quantités inattendues de CO^2 et de H^2O peuvent contribuer à fournir une explication de l'isothermie de la stratosphère et du relèvement de la température supposé dans les hautes couches.

4. Il y a plusieurs années ([3]), nous avions déjà insisté sur les relations qui existent entre les hautes et les basses couches atmosphériques. Nous avions dit, notamment, à ce sujet : « il semble que l'ozone doit exister en proportion appréciable dans les couches inférieures de la stratosphère », ce qui vient d'être pleinement établi par les expériences de Götz, Meetham et Dobson ([4]) et par celles de E. et V. H. Regener ([5]).

([1]) Voir notre Note précédente (*loc. cit.*).

([2]) *Nature*, **135**, 1935, p. 219.

([3]) *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 53.

([4]) *Proc. Roy. Soc.*, **145**, 1934, p. 416, et **148**, 1935, p. 598.

([5]) *Phys. Zeit.*, **35**, 1934, p. 788.

Les présentes recherches confirment cette interdépendance des hautes et des basses couches. Au sol, trois gaz sont en proportions variables avec les conditions météorologiques : l'ozone [mesures de l'Observatoire de Montsouris (¹) et expériences personnelles encore inédites]; le gaz carbonique [Observatoire de Montsouris et Benedict (²)]; la vapeur d'eau. Les trois mêmes gaz se retrouvent dans la stratosphère en proportions inattendues et, en outre, variables : ozone (Fabry et Buisson) (³), gaz carbonique plus abondant et eau très largement sursaturante (présentes recherches).

PALÉONTOLOGIE. — *Observations sur quelques Poissons fossiles de l'ordre des Halécostomes et sur l'origine des Clupéidés.* Note de M. **Camille Arambourg**, présentée par M. Charles Jacob.

Les Clupéidés sont, parmi les Téléostéens, ceux dont l'organisation présente le plus de rapports avec celle des Ganoïdes Halécostomes fossiles. Toutefois, entre les représentants de ce dernier groupe et les premiers, il existe un certain nombre de différences ostéologiques importantes qui permettent de les distinguer facilement. Ces différences portent sur la constitution cranienne, plus spécialisée chez les Clupéidés, où la réduction des pariétaux atteint son maximum, sur l'ossification générale du squelette, complète chez ces derniers, tandis qu'elle présente chez les Halécostomes une persistance constante de la chorde dorsale; sur la terminaison stégoure chez ceux-ci de la colonne vertébrale et la persistance, sur leurs écailles, d'un revêtement plus ou moins épais d'émail. D'ailleurs il s'en faut de beaucoup que tous les Halécostomes présentent au même degré cet ensemble de caractères; certains, comme les Pholidophoridés, rejoignent les autres Ganoïdes Holostéens ou même Chondrostéens, tandis que les Leptolépidés sont plus proches des Téléostéens.

L'étude récente de Poissons provenant du Crétacé de la côte occidentale d'Afrique me permettent de combler le vide apparent qui sépare les Leptolépidés des Clupéidés et de montrer le polyphylétisme et la différenciation précoce de ces derniers.

(¹) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris*, 1875 à 1900; *Annales de l'Observatoire municipal*, 1900 à 1908.

(²) Benedict, *The composition of the atmosphere*, Carnegie Institution, 1912.

(³) *Journal de Physique*, 5ᵉ série, **3**, 1913, p. 196 et 6ᵉ série, **2**, 1921, p. 197.

Parmi les fossiles observés, une première forme constitue un type nouveau qui présente des caractères très nets de Téléostéen par l'ossification totale de sa colonne vertébrale, par sa voûte cranienne dermique aux pariétaux réduits et séparés, par ses écailles sans émail; il se rapproche en outre, de la manière la plus étroite, du genre *Chanos* actuel; mais la terminaison de sa colonne vertébrale est nettement stégoure et reproduit celle des Leptolépidés jurassiques. Nous avons désigné cette forme, dans un autre travail à l'impression en collaboration avec M. D. Schneegans, sous le nom générique de *Parachanos*.

D'autre part, dans les formations du Crétacé inférieur ou moyen du Brésil, D. S. Jordan a décrit en 1910, sous le nom de *Dastilbe Crandalli*, un Poisson qu'il rattachait à la famille des Clupéidés. L'examen direct des types nous a montré :

1° que le squelette axial de *Dastilbe* était constitué d'éléments perforés par la notochorde persistante et que sa terminaison était typiquement ségoure;

2° que, par tous ses autres caractères, jusqu'au revêtement écailleux typique, ce Poisson se rattachait au genre *Chanos*. C'est donc une forme à caractères mixtes constituant avec *Parachanos* une série continue reliant les Chanoïnés actuels à des formes Halécostomes déjà différenciées dans le même sens.

L'étude du genre *Leptolepis*, dont une espèce accompagne nos *Parachanos* du Gabon, révèle des faits analogues. On sait que l'on groupe généralement dans ce genre toute une série d'espèces, échelonnées depuis le Lias supérieur jusqu'au Crétacé moyen. Les formes les plus anciennes, telles que *L. coryphænoides* Br., se distinguent par l'ossification peu avancée de leurs centres vertébraux, réduits à de minces anneaux en forme de sablier et à parois externes lisses; chez ceux du Jurassique, comme *L. sprattiformis* Ag., l'ossification a envahi une grande partie des centres, qui présentent cependant encore une large perforation notochordale, mais dont la paroi externe se charge d'épaississements secondaires en forme de carènes ou de quilles; mais, comme chez les premiers, la terminaison de la colonne est stégoure et les écailles sont légèrement émaillées.

A partir de la fin du Jurassique, une série de formes, dont *L. Brodiei* Ag. du Pürbeckien peut être pris comme prototype et à laquelle appartient le *Leptolepis* du Gabon, se distingue par la terminaison de leur colonne vertébrale encore partiellement stégoure quoique déjà fort voisine de celle des Clupes, par la réduction du nombre de leurs rayons branchiostèges, ainsi

que par la disparition de la mince couche d'émail des écailles; mais les vertèbres sont toujours perforées par la notochorde persistante, ce qui est à peu près le seul caractère net qui permette de distinguer ces Poissons des Clupéidés de la sous-famille actuelle des Dussumiériinés. Chez certains d'entre eux, comme *L. formosus* Traq. du Wealdien, on peut observer en outre la présence de dents recouvrant l'arc ptérygo-palatin, comme il s'en rencontre chez certains genres de cette sous-famille. Ces Poissons constituent donc, avec *Dastilbe* et *Parachanos*, un groupe de transition qui établit la continuité entre les formes ganoïdes primitives et les formes téléostéennes terminales d'un type d'organisation depuis longtemps orienté dans le sens des divers modes clupéiformes.

La famille des Clupéidés nous apparaît en somme comme l'aboutissement d'une série de rameaux très précocement différenciés et dont chacun évoluant orthogénétiquement a parcouru, indépendamment des autres, les stades ganoïde halécostome et téléostéen.

C'est la première fois peut-être que se trouve matériellement constatée avec autant de netteté la continuité du phénomène évolutif entre certains représentants de deux grands groupes zoologiques en apparence aussi distincts : Ganoïdes et Téléostéens.

ZOOLOGIE. — *Diapause larvaire et éclosion chez le Coléoptère* Timarcha tenebricosa *Fab.* Note M. **Marcel Abeloos**, présentée par M. Maurice Caullery.

On peut recueillir, à toute époque de l'année, de nombreux œufs fécondés du Coléoptère Chrysomélide *Timarcha tenebricosa* Fab., en maintenant à une température supérieure à 20° des imagos abondamment nourris de pousses de *Galium*. Le développement embryonnaire commence immédiatement après la ponte et s'effectue en un mois ou deux, suivant la température. Mais, si les œufs sont conservés à une température constamment supérieure à 15°, l'éclosion n'a pas lieu, quel que soit le degré d'humidité auquel les œufs sont soumis : la larve, complètement achevée, reste inerte, à l'état de vie ralentie dans la coque de l'œuf et finit par se désécher.

Cet état de *diapause*, qui peut durer plus de six mois, s'installe chez toutes les larves prêtes à éclore, quelles que soient les conditions dans lesquelles leur développement embryonnaire s'est effectué, et aussi bien dans les œufs de jeunes imagos provenant d'élevage que dans les œufs

capturés au printemps et ayant hiverné. L'entrée en diapause ne semble donc pas déterminée par l'influence d'agents externes, agissant, soit sur l'œuf en développement, soit sur les femelles avant la ponte.

Seule l'action d'un abaissement prolongé de la température peut faire cesser la diapause et déterminer l'éclosion régulière de la larve. Mais le réveil de l'activité physiologique de la larve est un phénomène complexe, susceptible de s'effectuer par degrés :

1° Si l'on extrait artificiellement de leur coque, à la température du laboratoire, des larves en diapause, ces larves, d'abord complètement inertes, manifestent, au bout de quelques heures, une certaine activité, dont le premier indice est un mouvement périodique de *déglutition* de l'air. Les larves, à demi-gonflées d'air, peuvent se mouvoir par intermittence, surtout si on les stimule mécaniquement, ou si on les soumet à une élévation de température, mais elles finissent toujours par mourir, au bout d'une dizaine de jours, sans avoir pris aucune nourriture. La tête et le prothorax, qui sont encore rouges chez les larves en diapause, ne noircissent que d'une façon irrégulière et très incomplète.

2° Lorsque des œufs contenant des larves en diapause ont été soumis à une température inférieure à 5°, pendant un temps encore insuffisant pour déterminer leur éclosion, l'ouverture artificielle de la coque provoque un réveil immédiat et complet chez un grand nombre de larves. Les mouvements de déglutition sont rapides et ininterrompus. Au bout de quelques heures, les larves, gonflées d'air et devenues mobiles, recherchent activement le coton humecté d'eau qui doit être mis à leur disposition. Pour des lots d'œufs ayant été conservés en atmosphère sèche, le poids de l'eau ainsi absorbée peut atteindre le poids primitif des larves au moment de leur extraction de la coque de l'œuf. Au bout d'un jour, les larves, dont la tête et le prothorax ont noirci complètement, sont en mesure de s'alimenter. Leur développement se poursuit alors d'une façon parfaitement normale, sans interruption jusqu'à l'imago. Dans les lots d'œufs ainsi traités, on trouve souvent, cependant, quelques individus dont le réveil est plus tardif.

3° J'ai pu provoquer l'éclosion des larves en diapause en les soumettant durant un mois à l'action de fortes gelées : tous les œufs ainsi traités éclosent, presque simultanément, quelques jours après leur retour à la température du laboratoire. L'éclosion est due au gonflement préalable de la larve par déglutition d'air et à l'entrée en jeu d'organes tégumentaires ayant la forme de petites épines, au nombre de trois paires, situées respectivement sur les deux derniers segments thoraciques et le premier segment

abdominal. J'ai pu observer en détail le fonctionnement de ces *organes d'éclosion*. Deux seulement, et non toujours les mêmes, sont utilisés pour fendre la coque de l'œuf. Les organes d'éclosion disparaissent lors de la première mue larvaire, qui se produit plusieurs jours après l'éclosion. Il y a deux mues larvaires avant la mue nymphale et la nymphose ne peut s'effectuer qu'en terre.

Ainsi l'état de diapause qui affecte, sans exception, toutes les larves prêtes à éclore de *Timarcha tenebricosa* ne cède complètement qu'à un abaissement de température suffisamment intense ou suffisamment prolongé. Dans la sensibilité aux agents stimulants, il existe, même entre les œufs d'une même ponte, des différences individuelles assez notables pour qu'il ne soit pas possible de préciser plus exactement les conditions thermiques indispensables à la réactivation des larves en diapause. L'ouverture artificielle de la coque et la stimulation mécanique peuvent renforcer une activation insuffisante, mais ne peuvent être substituées à l'action du froid.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur la résistance de quelques homéothermes aux basses températures*. Note [1] de MM. **Jean Giaja** et **Stefan Gelineo**, présentée par M. Louis Lapicque.

Dans l'étude de la résistance des homéothermes au froid, on doit distinguer la résistance de durée illimitée et celle de courte durée, comparable à l'effort musculaire maximum qu'un organisme ne peut soutenir que pendant un temps très limité. De même qu'un tel effort musculaire est promptement suivi de fatigue, l'effort thermogénétique est limité par l'apparition de la *fatigue thermogénétique*. Dans ce qui suit, c'est l'effort thermogénétique de courte durée que nous avons mesuré, c'est-à-dire que nous avons cherché à fixer quelle est la température ambiante la plus basse à laquelle un homéotherme donné, à l'état de repos, peut faire face durant un certain temps, sans abandonner son homéothermie.

Nos expériences ont été menées comme il suit. Dans les doubles parois d'un caisson métallique, de dimensions intérieures de 80-40-47^{cm}, convenablement isolé à l'extérieur et contenant l'animal en expérience, on fait circuler de l'air liquide [2]. En en réglant le débit on obtient la température

---

(1) Séance du 3 juin 1935.

(2) Ces expériences ont été faites dans l'usine d'engrais azotés d'Aga-Ruše (Yougoslavie) où nous disposions d'air liquide en abondance.

voulue. Pour les besoins de la respiration, l'enceinte contenant l'animal est traversée par un courant continu d'air, servant également à maintenir une distribution homogène de la température de l'enceinte. L'intérieur du caisson est doublé de minces planchettes pour éviter le contact direct de l'animal avec les parois froides. Au cours de l'expérience, l'animal est sorti de temps à autre du caisson pour quelques instants, afin de prendre la température dans le rectum ou le cloaque. Par tâtonnement on arrive, pour un animal donné, à trouver la température ambiante la plus basse qu'il peut supporter pendant un certain temps, plus d'une heure, en général, sans que sa température fléchisse notablement.

On sait que la résistance au froid est un phénomène d'adaptation, et l'un de nous ([1]) a montré à quel point elle varie selon le milieu thermique de cette adaptation. Nos expériences ayant été exécutées à la fin de l'été, les animaux n'étant pas, par conséquent, adaptés au froid, il n'y a pas de doute que les valeurs que nous avons obtenues seraient plus basses pour des animaux entraînés au froid. Nos expériences concernent les animaux domestiques suivants : Dindon, Canard, Oie, Lapin et Chien.

Dindon, de 2550^g. — A la température ambiante de — 40° il se refroidit lentement. La limite de sa résistance doit être quelque peu au-dessus de — 40°.

Canard, de 1800^g. — Sa température ne fléchit pas au cours de 2 heures à la température ambiante qui est descendue pendant ce temps de — 75° à — 100°. Lorsque la température est tombée au-dessous de — 100°, l'animal commence à se refroidir. Dans une expérience avec un autre Canard, de 1400^g, on observe que la température ne fléchit pas durant 3 heures de séjour à — 75°, tandis qu'à — 100° l'animal est forcé par le froid. La limite de résistance du Canard est donc voisine de — 100°.

Oie, de 3380^g. — Elle supporte pendant 25 minutes la température de — 100°, puis elle commence à se refroidir très lentement. Dans une autre expérience elle a maintenu durant trois heures et demie sa température normale à la température ambiante de — 100.

Lapin, de 1800^g. — Sa limite de résistance est à environ — 45°, température qu'il supporta sans hypothermie durant trois heures.

Chien, de 13^{kg}. — A la température ambiante tombant de — 95° à — 138° dans l'espace de trois heures, le Chien maintint sa température à son niveau normal. Avec notre installation nous ne pouvions obtenir une température plus basse que — 160°. Notre Chien a supporté ce froid de — 160° durant cinq heures, sa température se maintenant à quelques dixièmes de degré au-dessous de ce qu'elle était au début de cette épreuve. Après ce temps l'hypothermie apparut. Notons que tous nos animaux se rétablirent parfaitement de ces épreuves.

En résumé, les homéothermes, non entraînés au froid, qui ont été l'objet

---

([1]) S. Gelineo, *Ann. de Physiol. et de Physicochim. biol.*, 10, 1934, p. 1083.

de nos recherches, peuvent faire face pendant un certains temps aux températures ambiantes suivantes, en maintenant leur température corporelle centrale à son niveau normal : Dindon, — 35°; Canard, — 90; Oie, — 100°; Lapin, — 45°; Chien, — 160°. Ces valeurs pour les raisons mentionnées plus haut, n'ont rien d'absolu, mais elles donnent quand même une idée de la puissance homéotherme.

PHYSIOLOGIE. — *Spectres de fluorescence de l'hépatoflavine avant et après irradiation*. Note de MM. **Henri Bierry** et **Bernard Gouzon**, présentée par M. Alexandre Desgrez.

Les travaux récents d'Ellinger et Koschara, Kuhn, György et Wagner-Jauregg d'une part, et de Karrer d'autre part, ont montré les relations étroites qui existent entre divers pigments azotés : lactoflavine, ovoflavine, hépatoflavine, etc. et la vitamine B_2. Cette dernière serait en définitive un complexe dans lequel entreraient : une flavine, cristallisable et bien définie, et un facteur complémentaire hydro-soluble, dialysable et thermostabile, appelé vitamine B_6 (György, Chick et Copping, Harris).

Les aliments contiennent ces flavines, non seulement à l'état libre, mais aussi à l'état de *flavoprotéides* en combinaison avec un support protéique.

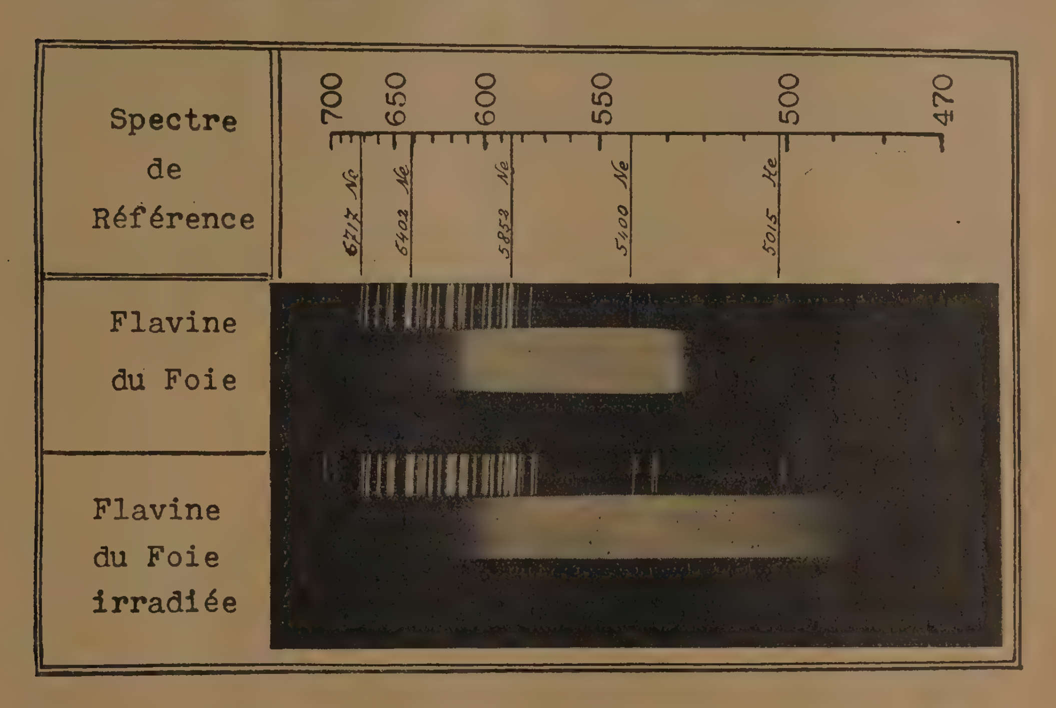
On tend à identifier ces différentes flavines à la lactoflavine, actuellement la mieux connue. Cette dernière, par photolyse en milieu alcalin, perd son groupement hydrocarboné et se transforme en un autre pigment appelé lumiflavine ou photoflavine qui s'apparente à la série alloxazinique.

Ces pigments sont colorés et présentent une fluorescence vert jaune; aussi avons-nous, depuis quelque temps, songé à utiliser non pas les spectres d'absorption comme les divers auteurs, mais les spectres de fluorescence pour la recherche et l'identification des flavines contenues dans les organes et tissus animaux. A notre connaissance, du moins, la spectrographie de fluorescence n'a pas encore été utilisée de façon systématique à ce sujet.

Voici le mode opératoire qui a été suivi :

La flavine est obtenue à partir du foie frais, par extraction au moyen de la terre à foulon en milieu chlorhydrique, puis élution par la pyridine additionnée d'alcool méthylique, en nous inspirant des recherches de Stern. Après élimination de la pyridine, puis divers traitements, on obtient une solution hydro-alcoolique d'hépatoflavine qui présente une fluorescence très intense.

Nous avons, tout d'abord, déterminé le spectre de fluorescence de l'hépatoflavine, puis celui de cette flavine après irradiation. A cet effet, la solution d'hépatoflavine est amenée par de la soude à réaction alcaline (0,5N), puis soumise à l'action d'une lampe de 1000 bougies ; l'interposition d'une cuve à eau courante permet d'éviter l'échauffement du milieu. Après 5 heures, la transformation est complète et le pigment, lumiflavine, passe alors intégralement dans le chloroforme. Cette solution chloroformique



est caractérisée par une fluorescence qui diffère de la fluorescence de l'hépatoflavine primitive : elle est, en effet, d'un vert plus accentué et moins teinté de jaune.

L'irradiation de l'hépatoflavine, non plus en milieu alcalin, mais en milieu neutre, conduit à la production d'un corps différent, incolore et doué de fluorescence bleue. Karrer a signalé la production de *lumichrome* dans de telles conditions à partir de la lactoflavine.

Les spectres de fluorescence, reproduits et relatifs à l'hépatoflavine et à la lumiflavine, ont été obtenus en utilisant les rayons excitateurs de l'arc au mercure, filtrés à travers un écran de Wood $(\lambda = 3650 \text{ Å})$. L'hépatoflavine était solubilisée dans l'alcool méthylique et la lumiflavine dans le chloroforme. Les plaques utilisées étaient de la marque Ilford

(spécial rapid panchromatic) et le repérage était réalisé au moyen d'une lampe à effluves Philips, donnant les raies du néon et les raies principales de l'argon rouge.

Ces spectrogrammes montrent que la composition du rayonnement de fluorescence varie, dans les mêmes conditions, avec la nature du pigment : large bande de fluorescence, comprenant tout le vert et le jaune située entre 5150 et 6150 Å (axe 5600 Å) pour l'hépatoflavine; une bande située dans le vert, dont l'axe est à 5350 Å pour la lumiflavine.

Les spectres de fluorescence de l'hépatoflavine, de la flavine de l'œuf, de la flavine des surrénales, se sont montrés identiques. Ce fait constitue un argument nouveau en faveur de l'identité des diverses flavines.

Par contre, la lumiflavine qui garde la couleur et le pouvoir oxydo-réducteur de la flavine génératrice, mais qui en diffère déjà par sa constitution chimique et ses propriétés biologiques, s'en sépare également par son rayonnement de fluorescence à la frontière du jaune et du bleu. Le groupement qui est détaché par photoréaction de la partie colorée de l'hépatoflavine affecte à la fois l'absorption lumineuse et le pouvoir d'émission de la molécule complexe.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production expérimentale d'intersexués par l'injection de folliculine à l'embryon de Poulet.* Note de MM. **Étienne Wolff** et **Albert Ginglinger**, présentée par M. Maurice Caullery.

La Note de Mme V. Dantchakoff (1) qui, à la suite d'injections de folliculine dans le sac allantoïdien de 36 embryons de Poulet, a obtenu 36 femelles, nous amène à publier dès maintenant nos résultats sur la production d'intersexués.

Technique. — Dépôt de quelques gouttes d'une solution de folliculine Roussel sur le chorion d'embryons de Poulet, à partir du 3e ou du 5e jour.

Nos résultats sont à la fois d'ordre statistique, anatomique et histologique. Pour avoir des résultats indiscutables à ce triple point de vue, il convient de ne tenir compte que des embryons qui ont dépassé le 15e jour de l'incubation, car les embryons morts ou prélevés avant le 15e jour sont difficiles à classer entre les femelles et les intersexués.

---

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1983.

Série 1. — Injections de folliculine en solution aqueuse saturée du 3e au 15e jour. Dose injectée avant le 8e jour : 35 à 50 unités internationales. 18 embryons évoluent au delà du 15e jour : 8 sont femelles, 7 intersexués, 3 mâles.

Série 2. — Injections de solutions huileuses de folliculine ou de benzoate de folliculine. Résultat global de plusieurs lots d'expériences (une seule injection au 5e jour, ou plusieurs injections du 5e au 15e jour). Dose totale injectée avant le 8e jour : de 90 à 1250 U. I., suivant les lots. Sur 72 *embryons morts* entre le 15e et le 21e jour : 40 *femelles* (ou mâles complètement féminisés), 32 *intersexués*, 0 *mâle*. Sur 7 poussins éclos, 4 sont morts dans les 8 premiers jours : 2 femelles, 2 intersexués; 3 survivent.

Si l'on tient compte, dans la statistique de la série 2, des embryons morts entre le 10e et le 15e jour (20 femelles ou intersexués et un mâle), on arrive au total de 92 *femelles ou intersexués* pour *un seul embryon* présentant au 13e jour l'*aspect morphologique d'un mâle* (étude histologique de cet embryon non encore faite).

Stade limite de transformation. — *Expérience* 1. — Injections commencées au 12e jour, 17 survivants au delà du 15e jour : 12 femelles, 5 mâles, pas d'intersexués.

Expérience 2. — Injections commencées au 7e jour. Dose : 350 U. I. du 7e au 16e jour, 23 embryons survivants : 12 femelles, 5 mâles, 6 intersexués (faiblement intersexués).

Ce n'est donc qu'avant le 7e jour qu'on est assuré de transformer en intersexués les poulets mâles.

Caractères généraux des intersexués. — Nous avons observé toutes les transitions possibles entre les femelles normales et les femelles typiques. Les caractères des intersexués ayant dépassé le 15e jour portent à la fois sur les gonades et sur les conduits génitaux.

I. *Gonades*. — Gonade gauche large et plate, à bords ondulés et aspect tranchant. Ressemble à un ovaire de femelle typique, mais est en général plus étroite.

Gonade droite étroite et cylindrique, à surface lisse. Ressemble à un testicule, mais en général beaucoup moins massive que celui d'un mâle typique à ce stade. Parfois rudimentaire. Le développement du testicule droit est en raison inverse de celui de l'ovaire gauche.

2. *Canaux de Müller*. — On trouve tous les intermédiaires entre conduits femelles typiques et canaux de Müller complètement régressés du mâle normal : tronçons plus ou moins développés des différentes parties des ovi-

ductes gauche et droit (celui-ci en général moins régressé que chez la femelle normale).

STRUCTURE HISTOLOGIQUE DES INTERSEXUÉS. — La glande droite a une structure de testicule.

La glande gauche des intersexués faibles est un *ovotestis* : *région médullaire différenciée en tubes séminaux*, avec grandes et petites cellules disposées autour d'une lumière. *Région corticale à structure d'ovaire :* l'épithélium germinatif émet d'épais cordons, qui entourent le noyau testiculaire et sont bourrés d'ovogonies.

Chez les intersexués forts, la région médullaire est peu développée, la région corticale l'est considérablement. La structure de la gonade gauche oscille entre celle d'une glande hermaphrodite et celle d'un ovaire typique.

CONCLUSION. — *Chez l'embryon de Poulet, l'intersexualité peut être obtenue de façon constante par injection de folliculine à des individus génétiquement mâles*, à condition que ces injections soient faites avant le 7e jour et que la dose soit d'environ 100 U. I.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à la recherche de l'amygdonitrileglucoside et de l'amygdaloside dans les plantes.* Note de M. **VICTOR PLOUVIER**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Pour rechercher les hétérosides cyanogénétiques dans les plantes, nous utilisons la méthode biochimique de Bourquelot. Mais celle-ci ne nous permet pas de différencier des hétérosides d'indices voisins. Ainsi l'indice de l'amygdonitrileglucoside est 517; celui de l'amygdaloside est 480. L'indice donné par l'expérience présente presque toujours, à cause de la lecture polarimétrique, une erreur supérieure à 30. Il est donc impossible d'identifier ces deux hétérosides et *a fortiori* de déceler leur mélange.

Nous avons voulu préciser dans ce travail quelques points qui facilitent l'interprétation des essais biochimiques. D'autre part, comme la méthode d'extraction fournit seule une certitude, nous décrivons un procédé qui permet de séparer aisément l'amygdonitrileglucoside de l'amygdaloside.

Analyse biochimique. — L'application de la méthode biochimique permet de calculer le sucre réducteur formé par l'émulsine. D'autre part, nous dosons l'acide cyanhydrique et l'aldéhyde benzoïque provenant de cette hydrolyse, l'un par la méthode de Liebig-Denigès, l'autre par la technique de H. Herissey [1].

---

(1) *Journ. Pharm. et Chim.*, 23, 1906, p. 60.

Or, une moléculegramme d'amygdonitrileglucoside donne 180^g de glucose, 27^g de HCN et 106^g de C^6H^5CHO tandis qu'une moléculegramme d'amygdaloside donne 360^g de glucose, 27^g de HCN et 106^g de C^6H^5CHO. Si nous exprimons pour ces deux hétérosides les rapports glucose/HCN et glucose/C^6H^5CHO, ceux-ci seront respectivement égaux à 6,66 et 1,69 pour l'amygdonitrileglucoside et à 13,33 et 3,39 pour l'amygdaloside.

Un rapport glucose/HCN $\neq$ 6,66 et un indice $\neq$ 517 indiquent la présence d'amygdonitrileglucoside. Tout rapport supérieur à 6,66 peut indiquer un mélange mais un rapport $\neq$ 13,33 et un indice $\neq$ 480 doivent faire penser à l'amygdaloside. Un rapport compris entre 6,66 et 13,33 décèle la présence d'amygdonitrileglucoside dans le mélange. Le rapport glucose/C^6H^5CHO sert seulement de vérification.

Extraction de l'amygdonitrileglucoside. — Mlle A.-M. Collot (¹) a remarqué que l'amygdonitrileglucoside est assez soluble dans l'éther éthylique : 1^l d'éther hydraté en dissout $1^g,6$. Elle a basé sur cette observation une méthode d'extraction de cet hétéroside par épuisement à l'éther dans un appareil de Soxhlet, d'une plante riche en amygdonitrileglucoside préalablement séchée et pulvérisée. Il serait impossible d'extraire l'amygdaloside dans les mêmes conditions car 1^l d'éther hydraté n'en dissout que $0^g,02$.

Cette remarque nous a permis de séparer l'amygdonitrileglucoside de l'amygdaloside. Mais la méthode de Mlle Collot ne s'applique qu'aux plantes sèches; or au cours de la dessiccation, les hétérosides cyanogénétiques sont partiellement hydrolysés. D'autre part, dans un appareil de Soxhlet, on ne peut traiter qu'une faible quantité de plante, 50^g de feuilles par exemple, d'où la nécessité d'effectuer des extractions multiples. Nous avons modifié cette méthode pour éviter ces deux inconvénients.

La plante fraîche est épuisée à deux reprises par l'alcool à 80° bouillant pendant 20 minutes. Les colatures sont réunies et distillées à sec dans le vide, à une température inférieure à 60°. Le résidu est repris par l'eau; la solution obtenue est filtrée, puis agitée à l'éther pour séparer les matières grasses et la chlorophylle qu'elle contient. La couche aqueuse décantée est incorporée à une quantité convenable de sable. La pâte ainsi formée est desséchée à l'étuve à 35°, puis pulvérisée et introduite dans l'allonge d'un appareil à épuisement continu. Elle est alors épuisée par de l'éther hydraté pendant une durée de 2 à 4 heures selon la quantité d'amygdonitrileglucoside à extraire. Au bout d'une demi-heure, l'éther saturé d'hétéroside se

(¹) Volume *Tricentenaire du Museum*, Paris, 1935.

trouble; bientôt, l'amygdonitrileglucoside cristallise. Après 24 heures de repos, il suffit de décanter l'éther et de purifier le produit obtenu par cristallisations dans l'acétate d'éthyle.

Si la quantité d'amygdonitrileglucoside préparée est insuffisante pour être purifiée, elle sert à effectuer un essai biochimique. Un rapport glucose/HCN supérieur à 6,66 indique la présence d'un hétéroside différent, soluble dans l'éther.

Caractérisation de l'amygdaloside. — L'amygdaloside, s'il y en a, n'a été que très peu dissous par l'éther; il reste dans le sable. S'il s'y trouve en quantité suffisante, nous en tentons l'extraction; sinon nous le caractérisons par la méthode biochimique et le rapport glucose/HCN.

Pour extraire l'amygdaloside, nous traitons le sable à deux reprises par de l'eau chaude. Les solutions réunies sont évaporées à sec dans le vide et le résidu est repris par l'alcool à 90° bouillant. L'amygdaloside cristallise par refroidissement.

Pour effectuer un essai biochimique nous épuisons de même le sable par l'eau chaude et l'analyse est faite sur la solution obtenue, convenablement concentrée par évaporation dans le vide. Un rapport glucose/HCN supérieur à 13,33 indique la présence d'un hétéroside différent, insoluble dans l'éther.

Cette méthode donne de bons résultats pour des plantes renfermant au moins $0^g,010$ de HCN pour 100.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Syphilis expérimentale. Ganglions lymphatiques. Formes minuscules du* Spirochæta pallida. *Spirochétogène syphilitique.* Note de M. **Yervante Manouélian**, présentée par M. Félix Mesnil.

Au cours de l'infection syphilitique chez le lapin, les syphilomes, les ganglions lymphatiques sont virulents. Souvent ceux-ci le sont plus que les syphilomes. Notons qu'à la suite d'inoculation de matériel syphilitique, certains lapins ne réagissent ni par syphilome, ni par aucune manifestation; cependant chez ces animaux les ganglions lymphatiques sont virulents. Or, fait intéressant : alors que les syphilomes contiennent d'innombrables spirochètes typiques, les ganglions lymphatiques n'en contiennent pour ainsi dire pas. Et si quelques chercheurs ont pu y déceler le parasite, il n'en est pas moins vrai que le spirochète, sous sa forme

classique à plusieurs tours de spire, y est très rare. Aussi, devant le contraste entre la rareté et d'après certains auteurs l'absence des spirochètes, et le pouvoir infectant de ces ganglions, quelques chercheurs ont admis l'existence d'une forme infravisible du parasite, forme particulièrement virulente.

De notre côté, nous avons étudié la syphilis expérimentale du lapin avec diverses souches, entre autres avec la souche « *chancre* » fournie obligeamment par le Professeur Bessemans, plus récemment avec celle de notre collègue Saenz. Nos recherches ont porté sur les ganglions inguinaux, poplités, de lapins présentant des syphilomes, et de lapins syphilitiques aussi, mais indemnes de toute lésion apparente.

Si la démonstration des parasites innombrables dans le syphilome est des plus facile, l'étude à l'argent des ganglions lymphatiques est au contraire délicate, difficile. Par ailleurs l'imprégnation de fibrilles de l'appareil réticulaire offre des images fallacieuses pouvant induire en erreur des chercheurs peu avertis. C'est avec des imprégnations très pures et après de nombreux examens que nous rapportons nos résultats.

Les spirochètes typiques, à plusieurs tours de spire, sont pour ainsi dire introuvables dans les ganglions des lapins syphilisés. Cependant nous avons imprégné des spirochètes courts, parfois trapus, à spires peu accusées; des formes minuscules à deux tours, un et moins d'un tour de spire. Parmi ces dernières, on constate des granules munis de filaments ténus.

Ces granules à filaments naissent du spirochète : de l'extrémité du parasite se détache un granule relié au spirochète par un filament, le périplasme, dont la rupture libére le granule. Celui-ci évolue vers le spirochète à un tour, puis à deux, trois tours. C'est à ces formes à tours de spire réduits que s'arrête ici l'évolution du granule à filament. Les spirochètes à nombreux tours de spire sont en effet fort rares, introuvables pour ainsi dire, répétons-le, dans les ganglions lymphatiques des lapins syphilitiques. Mais, fait très intéressant : souvent aussi le granule à filament, au lieu de parcourir tout de suite son cycle évolutif jusqu'au spirochète à tours de spire réduits, le granule à filament, disons-nous, se divise et se multiplie en tant que granule. A un moment, le long ou à l'extrémité du filament périplasmique apparaît un épaississement, un granule noirâtre, qui tranche sur le gris cendré du filament; la portion du filament comprise entre les deux granules s'étire et se rompt : voilà comment se divise le granule à filament Souvent aussi, au lieu de se diviser en deux, celui-ci émet à la file deux, trois granules et même davantage, tous reliés par le filament périplas-

mique; l'ensemble présente l'aspect d'un chapelet. Notons que la dimension, la disposition des granules varient dans une certaine mesure. Parfois le filament est si mince, si pâle qu'on le voit à peine. Parfois aussi les granules semblent presque confluents et leur imprégnation massive présente alors l'aspect d'un bâtonnet. Notons enfin que les chapelets se résolvent en un amas de granules dont certains, agglutinés, forment des images diverses : diplocoques plus ou moins allongés. Une agglutination plus massive produit de petites taches noirâtres.

Ces formes sont nombreuses dans les ganglions lymphatiques; elles se trouvent parmi les celludes lymphoïdes, nous en avons constaté dans le cytoplasme de certains macrophages.

D'après nos recherches, nous pouvons donc affirmer l'existence, dans les ganglions lymphatiques des lapins syphilisés, de spirochètes courts, minuscules, et de granules munis de filaments fins. Mais, d'après nous, le granule à filament n'est pas la forme minuscule, mais le *germe* du *Spirochæta pallida*. Il peut se diviser en tant que granule, il peut évoluer aussi vers la forme à un tour, puis celles à deux, trois tours de spire qui, elles, sont déjà de minuscules spirochètes. Nous proposons donc de désigner le granule à filament sous le nom de spirochétogène.

RADIOSCOPIE. — *L'examen radioscopique en salle éclairée.* Note de MM. **Ledoux-Lebard**, **Long** et **Saget**, présentée par M. Antonin Gosset.

La nécessité bien connue d'une adaptation aussi parfaite que possible à l'obscur si l'on veut pratiquer un examen radioscopique fructueux paraît s'opposer, *a priori*, à toute idée d'une observation profitable faite à l'écran en salle éclairée.

Les recherches poursuivies par l'un de nous ont permis cependant d'arriver à une solution du problème dont nous avons pu contrôler la valeur dans la pratique.

En principe, on éclaire la salle de radioscopie avec une certaine lumière et l'on place, entre l'observateur et la glace de verre au plomb protectrice qui recouvre l'écran, et tout contre cette glace, une autre glace, colorée, qui absorbe totalement cette lumière sans atténuer sensiblement la lumière de fluorescence émise par l'écran sous l'action du rayonnement X.

La combinaison la plus avantageuse paraît être celle qui consiste à éclairer la salle avec une lampe à vapeurs de sodium et à adopter comme

écran coloré une glace faite d'un verre auquel l'addition d'une dose de quelques centièmes d'oxyde de néodyme donne une légère coloration rose violacée.

Le rendement est évidemment meilleur si, au lieu de superposer une glace au néodyme à une glace à l'oxyde de plomb, on emploie une glace au plomb colorée elle-même par l'oxyde de néodyme, qui absorbe alors à la fois le rayonnement X et la lumière jaune émise par la lampe à vapeurs de sodium.

Cette glace, appelée *glace contrix-néodyme*, présente une courbe de transmission caractérisée :

1° par une valeur élevée du facteur de transmission pour les radiations comprises entre 4000 et 5000 Å et aussi pour les radiations comprises entre 5360 et 5600 Å (f compris entre 0,6 et 0,8);

2° par une forte bande d'absorption entre 5640 et 5900 Å (f inférieur à 0,05).

La lumière de fluorescence émise par les écrans radioscopiques sous l'influence des rayons X contient principalement : dans le cas du tungstate de cadmium, les radiations comprises entre 4500 et 4800 Å; dans le cas du sulfure de zinc, les radiations comprises entre 5200 et 5800 Å.

Il résulte de ce qui précède :

1° que la glace contrix-néodyme n'affaiblit pas sensiblement plus la luminosité de l'image radioscopique que la glace protectrice ordinaire, que l'on emploie des écrans au tungstate de calcium ou au sulfure de zinc;

2° que cette glace absorbe complètement la lumière jaune du sodium de longueur d'onde 5890 Å.

Lorsqu'on éclaire une salle de radioscopie avec de la lumière jaune du sodium *convenablement diffusée*, la visibilité des images radioscopiques à travers la glace contrix-néodyme n'est pas inférieure à celle que l'on obtient, *dans l'obscurité*, à travers une glace protectrice ordinaire : d'une part parce que la lumière de fluorescence des écrans radioscopiques n'est que peu affaiblie par la glace au néodyme, d'autre part parce que cette lumière n'est pas diluée de lumière jaune du sodium.

Il est probable qu'un troisième phénomène intervient encore : le léger renforcement du contraste de l'image radioscopique et du fond plus lumineux sur lequel elle se découpe, renforcement dû à la forte absorption des verres au néodyme pour les radiations du milieu du spectre visible.

Nous avons pu nous assurer, en effectuant de multiples examens radio-

scopiques du thorax, du tube digestif, du squelette, de la possibilité de l'application des données précédentes à la pratique courante.

On en conçoit l'intérêt dans le cas particulier des extractions chirurgicales de projectiles ou de corps étrangers opaques sous le contrôle de l'écran. Nous avons procédé, en présence de M. Gosset à une extraction de ce genre (aiguille) en salle éclairée.

Signalons enfin l'utilisation possible de la lumière du sodium pour l'éclairage habituel des salles de radioscopie.

A 15h40m l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Ernest Fournier* :

En première ligne................	M. **Georges Durand-Viel.**
En seconde ligne.................	M. **Georges Barrillon.**
En troisième ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*..................	MM. **Emmanuel de Margerie,** **Pierre Marti,** **Emmanuel de Martonne,** **Henri Roussilhe.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17h15m.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'avril 1935.

Carlos J. Finlay. Son centenaire (1933). Sa découverte (1881), par Francisco Dominguez. Paris, Librairie Louis Arnette, 1935; 1 vol. 24cm. (Présenté par M. A. Lacroix.)

Syndromes météoropathologiques et inadaptés urbains, par G. Mouriquand et P. Josserand. Paris, Masson et Cie, 1935; 1 vol. 20cm.

L'Académie royale des sciences, les universités et les écoles techniques supérieures aux Pays-Bas et aux Indes néerlandaises.

— *Le développement des sciences aux Pays-Bas pendant le dernier demi-siècle.* Leyde, S. C. Van Doesburgh, 1930; 2 vol. 23cm.

Gravity Expeditions at Sea 1923-1932, vol. II, par F. A. Vening Meinesz, J. H. F. Umbgrove, Ph. H. Kuenen.

— *Tables Belonging to Gravity Expeditions at Sea*, 1923-1932, par F. A. Vening Meinesz. Isostatic Reductions, Elevations and Corrections of separate Zones. Publication of the Netherlands Geodetic Commission. Delft, N. V. Technische Boekhandel en Drukkerij J. Waltman Jr., 1934; 1 vol. et tableaux, 30cm,5.

Das Venensystem der Japaner, par Buntaro Adachi. Erste Lieferung. Kyoto, Druckanstalt Kenkyusha, 1933; 1 vol. 41cm.

Det 4de Nordiske Kjemikermote. Oslo 27-30. Juni 1932. Forhandlinger. Oslo, A.-W. Brøggers Boktrykkeri A/S, 1933; 1 vol. 24cm,5.

Table générale de la Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique, par Gaston Bonnier, achevée par Robert Douin. Paris, Librairie générale de l'Enseignement E. Orlhac, 1394; 1 vol. 32cm.

Spedizione italiana de Filippi Nell' Himálaia Caracorùm e Turchestan Cinese (1913-1914). Série I. Geodesia e Geofisica sotto la Direzione di Filippo de Filippi. *Carte della zona degli Altipiani e del Ghiacciaio Rimu. Indice Analitico dei Volumi della Serie prima.* Bologna, Nicola Zanichelli, 1935; 1 vol. 31cm,5.

Abaques transparents, tournants, à marques mobiles, par le P. de la Villemarque. Extrait du Bulletin de l'Université l'Aurore, n° 29, 1935; 1 fasc. 22cm,5. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

Victor Jacquemont dans l'Himalaya, par Em. de Margerie. In *Geografiska Annaler*, 1935; 1 fasc 24cm,5.

Recherches anthropométriques sur la croissance des diverses parties du corps, par Paul Godin. Paris, Amédée Legrand, 1935; 1 vol. 24cm,5. (Présenté par M. Ch. Richet.)

Biografia, Bibliografia e Iconografia de Don Manuel Orozco y Berra, par RUBEN GARCIA. Mexico, Sociedad Mexicana de Geografia y estadistica, s. d; 1 vol. 22cm,5.

Der Bau von Nordost-Asien nach neueren Forschungen, par SERGEI OBRUTSCHEW. In *Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau*, Bd. XXV, 1934, Heft 6; 1 fasc. 22cm,5.

Visions rouges. Souvenirs de voyages en U. R. S. S., Allemagne, Provinces Baltiques et Pologne, par A. SARTORY et E. BAILLY. Paris, J. Peyronnet et Cie, 1935; 1 vol. 19cm,5.

La Bibliothèque Nationale pendant les années 1930-1932. Rapport à M. le Ministre de l'Éducation nationale. Paris, Imprimerie des journaux officiels, 1935; 1 fasc. 24cm.

Thirty Years of theoretical and Experimental Research in Fluid Mechanics, par DIMITRI P. RIABOUCHINSKY. London, « The Royal Aeronautical Society », 1935; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. Lecornu.)

ERRATA.

(Séance du 27 mai 1935.)

Note de M. *Marc Krasner*, Sur la théorie de la ramification des idéaux :

Page 1813, ligne 27, *au lieu de* χ, *lire* K.
Page 1814, ligne 21, *au lieu de* n_1, *lire* n_0.